QK1
[illegible]

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

82. BAND. — JAHRGANG 1896.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL
Professor der Botanik in München.

Mit X Tafeln und 132 Textfiguren.

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1896.

SHOUT
SHARE
IT

Inhaltsverzeichniss.

I. Abhandlungen.

Seite
FAMILLER, Ignaz, Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte oder umgebildete Sexualorgane 133
GIESENHAGEN, Dr. K., Untersuchungen über die Characeen . . . 381
GLÜCK, Dr. Hugo, Ein deutsches Coenogonium 268
GOEBEL, K., Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. II. Die Abhängigkeit der Blattform von Campanula rotundifolia von der Lichtintensität und Bemerkungen über die Abhängigkeit der Heterophyllie anderer Pflanzen von äusseren Factoren 1
— Archegoniatenstudien. 8. Hecistopteris, eine verkannte Farngattung . 67
— Ueber Sporenaustreuung durch Regentropfen 480
HEIM, Carl, Untersuchungen über Farnprothallien 329
KARSTEN, G., Untersuchungen über Diatomeen 286
KLERCKER, John af, Ueber zwei Wasserformen von Stichococcus . . 90
LAZNIEWSKI, Witold v., Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen . . 224
MAURIZIO, Adam, Studien über Saprolegnieen 14
MÜLLER, Fritz, Einige Bemerkungen über Bromeliaceen 314
MÜLLER, Dr. Karl, Bryologia Hawaiica 434
RACIBORSKI, M., Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus ranarum 107
SACHS, Julius, Physiologische Notizen. X. Phylogenetische Aphorismen und über innere Gestaltungsursachen oder Automorphosen . . . 173
SCHMIDLE, W., Chlamydomonas grandis Stein und Chlamydomonas Kleinii Schmidle 85
— Süsswasseralgen aus Australien 297
TUBEUF, v., Ueber den Verschluss der Coniferenzapfen 75
SCHWERE, Siegfried, Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale Web. Ein Beitrag zur Embryologie der Compositen . . 32

II. Abbildungen.

A. Tafeln.

Tafel I zu Maurizio, Studien über Saprolegnieen.
Tafel II bis V zu Schwere, Taraxacum officinale Web.
Tafel VI zu af Klercker, Stichococcus.
Tafel VII zu Glück, Ein deutsches Coenogonium.
Tafel VIII zu Karsten, Diatomeen.
Tafel IX zu Schmidle, Süsswasseralgen.
Tafel X zu Giesenhagen, Characeen.

B. Textfiguren.

4 Fig. zu Goebel, Ueber den Einfluss des Lichtes etc.
7 Fig. zu Goebel, Archegoniatenstudien.
6 Fig. zu Schmidle, Chlamydomonas grandis Stein etc.
11 Fig. zu Raciborski, Basidiobolus ranarum.
10 Fig. zu Familler, Sexualorgane.
35 Fig. zu v. Laznieswki, Alpenpflanzen.
16 Fig. zu Glück, Ein deutsches Coenogonium.
2 Fig. zu Müller, Bromeliaceen.
16 Fig. zu Heim, Farnprothallien.
25 Fig. zu Giesenhagen, Characeen.

III. Litteratur:

Seite
DALLA-TORRE, Dr. K. W. v., Die volksthümlichen Pflanzennamen in Tirol und Vorarlberg 376
DRUDE, O., Deutschlands Pflanzengeographie 483
DETMER, W., Das pflanzenphysiologische Praktikum 170
HENSLOW, G., The origin of plant structures by selfadaption to the environment 78
JUNGNER, J. R., Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? 77
LINDAU, Gustav, Lichenologische Untersuchungen 169
MEYER, Arthur, Untersuchungen über die Stärkekörner 78
ROTH, Dr. E., Die Verbreitungsmittel der Pflanzen 375
WARMING, Eugen, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie . . 376
WIESNER, J., Die Nothwendigkeit des naturhistorischen Unterrichts im medicinischen Studium 374

IV. Eingegangene Litteratur:

S. 79, 171, 377, 484.

Heft I (S. 1—84) erschien am 11. Januar, Heft II (S. 85—172) am 13. April, Heft III (S. 173—380) am 4. Juli, Heft IV (S. 381—486) am 28. Oktober.

Druckfehler-Berichtigung: Auf Seite 375, Zeile 7 von oben, muss es statt „Abweisung“ heissen: Abweichung.

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

82. BAND.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL
Professor der Botanik in München.

Heft I mit 5 Tafeln und 11 Textfiguren.
Erschienen am 11. Januar 1896.

Inhalt.

K. GOEBEL, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. II. . . . . Seite 1—13
ADAM MAURIZIO, Studien über Saprolegnieen . . . . „ 14—31
SIEGFRIED SCHWERE, Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale Web. Ein Beitrag zur Embryologie der Composíten . „ 32—66
K. GOEBEL, Archegoniatenstudien. 8. . . . . „ 67—75
v. TUBEUF, Ueber den Verschluss der Coniferenzapfen . . . . . . „ 75—76
LITTERATUR: J. R. Jungner, wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? — Arthur Meyer, Untersuchungen über die Stärkekörner. — G. Henslow, The origin of plant structures by self-adaption to the environment . . . . „ 77—69
EINGEGANGENE LITTERATUR . . . . „ 79—84

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1896.

Bemerkung.

Das Honorar beträgt 20 Mk. pro Druckbogen, für die Litteraturbesprechungen 30 Mk. Die Mitarbeiter erhalten 30 Sonderabdrücke kostenfrei. Wird eine gröſsere Anzahl gewünscht, so werden für Druck und Papier berechnet:

Für	10	Exemplare	pro	Druckbogen	Mk.	1.20;	pro	einfarb.	einfache	Tafel	Mk.	—.30
„	20	„	„	„	„	2.50	„	„	„	„	„	—.60
„	30	„	„	„	„	3.80	„	„	„	„	„	—.90
„	40	„	„	„	„	5.—	„	„	„	„	„	1.20
„	50	„	„	„	„	6.50	„	„	„	„	„	1.50
„	60	„	„	„	„	8.—	„	„	„	„	„	2.—
„	70	„	„	„	„	9.20	„	„	„	„	„	2.50
„	80	„	„	„	„	10.50	„	„	„	„	„	3.—
„	90	„	„	„	„	12.—	„	„	„	„	„	4.—
„	100	„	„	„	„	15.—	„	„	„	„	„	5.—

Dissertationen, Abhandlungen systematischen Inhalts, sowie solche von welchen über 100 Sonderabdrücke hergestellt werden, werden nicht honoriert; für solche, die umfangreicher als 4 Bogen sind, werden nur 4 Bogen honoriert; die Kosten für Abbildungen hat bei Dissertationen der Verfasser zu tragen; ebenso bei fremdsprachigen Manuskripten die Kosten der Übersetzung. Die Zahlung der Honorare erfolgt nach Abschluſs eines Bandes. Der Bezugspreis eines Bandes beträgt 18 Mark. Jedes Jahr erscheint ein Band im Umfang von mindestens 30 Druckbogen, nach Bedürfniſs schlieſsen sich an die Jahrgänge Ergänzungsbände an, welche besonders berechnet werden.

Manuskripte und Litteratur für die „Flora“ sind an den Herausgeber, Herrn Prof. Dr. Goebel in **München**, Nymphenburgerstr. 50/III zu senden, Korrekturen an die Druckerei von Valentin Höfling, München, Kapellenstraſse 3. Alle geschäftlichen Anfragen etc. sind zu richten an die unterzeichnete Verlagshandlung.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung
Marburg (Hessen-Nassau).

R. Friedländer & Sohn, Berlin.

Wir erwarben ein vollständiges und ein unvollständiges Exemplar (aus welchem auf Wunsch auch einzelne Familien abgegeben werden) von

Conte **Giorgio Gallesio**

Pomona Italiana,

ossia Trattato degli Alberi Fruttiferi

contenente la descrizione delle migliori Varietà dei Frutti coltivati in Italia, colla loro classificazione, la loro sinonimia e la loro coltura, accompagnato di Figure disegnate e colorite sul vero.

3 Bände [in 43 Lieferungen erschienen].

Pisa [presso N. Capurro] 1816—1839. Gross-Folio.

172 mit der **Hand colorirte Tafeln** mit Text von ca. 790 Seiten (Tafelerklärungen) und 5 Titelblättern.

Preis 1050 Mark [Ladenpreis 1720 Frcs.].

Inhalt:

Feige	22	Tafeln.	Pflaume	11	Tafeln.	Granatapfel	1	Tafel.
Apfel	9	„	Kirsche	12	„	Pistazie	2	Tafeln.
Birne	22	„	Mandel	3	„	Karaube	2	„
Wein	32	„	Mispel	3	„	Olive	1	„
Aprikose	6	„	Brustbeere	3	„	Palmen	8	„
Pfirsich	34	„	Castanie	1	„			

Jede Lieferung enthält 4 Tafeln mit Text von 4—22 Seiten pro Tafel. [Nur die beiden letzten unedirten Lieferungen sind ohne Text, der bei dem im Jahre 1839 erfolgten Tode des Verfassers noch nicht gedruckt war.] Als Anhang ist beigefügt desselben Verfassers: Gli Agrumi dei giardini botanico-agrarii di Firenze, distrib. metodic. in un quadro sinottico. 1839. 12 Seiten m. Tabelle. [In Folio, nicht in Oktav, wie Brunet schreibt.]

Ein derart vollständiges Exemplar ist noch nie in den Handel gekommen. Während Pritzel gar nur 35 Lieferungen citirt, kennt auch Brunet nur 41 und schreibt: On promettait deux autres livraisons [42, 43] d'après les manuscrits de l'auteur et d'y joindre les frontispices [Befinden sich bei unserem Exemplar] et les tables [Niemals erschienen] afin qu'on pût relier les volumes, mais elles n'ont pas paru.

Der Autor hatte die Absicht ausserdem noch 5—6 Lieferungen herauszugeben, die vorzugsweise Wein abbilden sollten, und damit das Werk, das er dann in 5 Bände abgetheilt hätte, abzuschliessen.

Das Buch ist eine der schönsten Iconographien, die die Botanik besitzt. Die Tafeln in Kupferstich auf grossem starken Papier gedruckt sind in der prächtigsten, heute unerreichten Weise mit der Hand colorirt. Brunet sagt von ihnen: „Pour la beauté de l'exécution cet ouvrage ne cède en rien à ceux du même genre que l'on a publiés en France depuis une cinquantaine d'années", und nennt auch den Text: „fort bien imprimé". Die Tafeln stellen in natürlicher Grösse einen Zweig mit der Frucht (gewöhnlich auch der Blüthe) dar, und ein Durchschnitt der Frucht ist immer beigefügt. Auch die kleinsten Details sind sorgfältig colorirt. —

Sehr selten. Die Auflage scheint in keiner grösseren Zahl als die der subscribirten Exemplare (ca. 180) gedruckt worden zu sein.

☞ **Eine Probetafel wird auf Wunsch zur Ansicht versandt.** ☜

Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen.

Von

K. Goebel.

II. Die Abhängigkeit der Blattform von Campanula rotundifolia von der Lichtintensität, und Bemerkungen über die Abhängigkeit der Heterophyllie anderer Pflanzen von äusseren Factoren.[1])

(Mit 4 Textfiguren.)

In früheren Veröffentlichungen[2]) habe ich nachgewiesen, dass die bekannte Heterophyllie einer monokotylen Wasser- resp. Sumpfpflanze, der Sagittaria sagittifolia insofern von der Lichtintensität bedingt ist, als bei schwachem Lichte nur die als Jugendblattform anzusehenden „Bandblätter“ gebildet werden, während bei stärkerer Lichtintensität die gestielten, pfeilförmigen, sich über den Wasserspiegel erhebenden Blätter auftreten. Darin ist es auch, wie a. a. O. näher ausgeführt wurde, begründet, dass Sagittaria in tiefem oder rasch fliessendem Wasser nur die Bandblätter bildet; es gelang auch in ganz seichtem Wasser bei schwacher Beleuchtung, die Pflanze bei sonst normaler Entwickelung auf diesem Stadium der Blattbildung zurückzuhalten.

Es schien mir nun von erheblichem Interesse, festzustellen, ob auch in anderen Fällen die Heterophyllie durch die Lichtintensität bedingt oder causal mit andern Entwickelungsvorgängen der Pflanze, z. B. der Blüthenbildung, verknüpft ist. Am Schlusse des ersten Theiles dieser Mittheilungen (Flora 1895 S. 116) habe ich, auf Grund gelegentlicher Beobachtungen, auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Heterophyllie von Campanula rotundifolia zur Blüthenbildung in unmittelbarer Beziehung stehe. Auf Grund der in diesem Sommer ausgeführten Untersuchungen möchte ich diesen sehr lehrreichen Fall hier etwas näher erörtern. Zunächst sei auf das ja allgemein bekannte morphologische Verhalten der in Rede stehenden Pflanzen kurz hingewiesen.

Was zunächst den Gesammtaufbau der Pflanze anbelangt[3]), so sei daran erinnert, dass der Hauptspross eine „Wurzelrosette“ bildet von (theoretisch) unbegrenztem Wachsthum. Die blühenden Sprosse erscheinen als Seitensprosse an der Hauptachse, ausserdem bilden sich

---

1) Vgl. Sitzb. der kgl. bayer. Akad. d. W. 1895 p. 331.

2) Pflanzenbiologische Schilderungen II, p. 294 (1893) Science progress vol. I Nr. 21 Flora 80. Band (1895) p. 96 ff.

3) Derselbe ist am eingehendsten erörtert von Warming, smaa biologiske og morfologiske Bidrag, Botanisk tidsskrift 1877 p. 84 ff

am basalen Theile derselben vielfach unterirdische Ausläufer, welche zur vegetativen Vermehrung der Pflanze beitragen. Meine Beobachtungen beziehen sich nun zunächst nicht auf die Beeinflussung der Gesammtökonomie der Pflanze durch äussere Factoren — darüber soll später berichtet werden —, sondern nur auf die Blattbildung der Blüthentriebe.

Die blühenden Sprosse schliessen mit einer Endblüthe ab; unterhalb derselben stehen eine kleinere oder grössere Anzahl von Axillarblüthen, welche mit zwei Vorblättern versehen sind, aus denen eine weitere Verzweigung (Blüthen höherer Ordnung) erfolgen kann.¹) Weiter unten finden sich Seitensprosse, die erst nach Hervorbringung einer grösseren Anzahl von Blättern zur Blüthenbildung schreiten. Im Uebrigen finden vielfache Schwankungen statt; schwächlichere Sprossen bringen es nur zur Bildung der Terminalblüthe.

Die Hauptsache für uns ist die in verschiedener Höhe der Sprosse verschiedene Blattbildung. Ihren Artnamen hat ja bekanntlich die Pflanze daher, dass die Sprosse zunächst gestielte Blätter mit abgerundet-herzförmiger Spreite hervorbringen.²) Umriss und Grösse derselben stellen sich bei Untersuchung einer grossen Anzahl von Exemplaren als verschieden heraus, es wurde aber — da dies für die vorliegende Frage ohne Belang ist — nicht untersucht, ob Campanula rotundifolia vielleicht eine aus nahe verwandten, unter anderem auch durch ihre Blattform verschiedenen Formen bestehende Sammelart ist, oder ob innerhalb einer Art individuelle Schwankungen in der Blattform vorkommen. Jedenfalls stimmen alle diese „Rundblätter“, wie sie der Kürze halber genannt sein mögen, in der Hauptsache überein, nur haben die einen über den Blattrand vorspringende Ausbuchtungen (ganz ähnlich wie bei C. pusilla), die andern nicht u. s. w. Charakteristisch ist auch das Vorhandensein weisser kleiner Flecken

---

1) Der Axillarspross des höher stehenden Vorblattes ist der geförderte; häufig verkümmern beide ganz und gar.

2) Döll (Flora von Baden S. 837) schildert das Verhalten folgendermassen: „Die meistens in Mehrzahl vorhandenen, ungefähr fusslangen, meist kahlen Blüthenstengel entspringen aus den untersten Blattachseln der centralen Laubrosette. Selten findet sich am Grunde derselben ein oder das andere langgestielte, herzförmig kreisrundliche, aber gleichwohl am Grunde nicht herzförmig ausgeschnittene Blatt, und zwar scheint dies nur dann vorzukommen, wenn ein Seitentrieb gleichsam dazu bestimmt war, ein neues Wurzelköpfchen zu bilden, und sich dann infolge von Witterungseinflüssen doch zu einem Blüthenstengel ausbildete.“ Was Döll hier als Ausnahme bezeichnet — das Vorkommen von „Rundblättern“ an der Basis der blühenden Sprosse — war bei den von mir in hiesiger Umgegend untersuchten Pflanzen die Regel.

auf den Enden der stärkeren, den Blattrand erreichenden Nerven. Es befinden sich auf diesen hellen Stellen Wasserspalten in grösserer Zahl. Es wird aber nicht reines Wasser, sondern eine Substanz von schleimiger Consistenz ausgesondert.[1])

Sehr verschieden von diesen Rundblättern sind die „Langblätter“, die im oberen Theile der Sprosse stehen. Bei ihnen lässt sich Spreite und Stiel nicht mehr unterscheiden, sie sind lineal oder lanzettlich und haben die kleinen weissen Randflecke nicht. Zwischen beiden Blattformen gibt es aber eine sanft abgestufte Reihe von Uebergangsformen, die von unten nach oben auf einander folgen. Gehen wir von den basalen Rundblättern aus, so wird die Spreite zunächst schmäler und länger und verliert dabei auch die Ausbuchtungen des Randes (wo solche an den basalen Rundblättern vorhanden waren) und die kleinen hellen Randschwielen mit den Wasserspalten.

Die Aenderung der Blattform ist zunächst teleologisch leicht verständlich. Wir sehen bei anderen Campanula-Arten, wie z. B. C. latifolia, dass die weiter oben am Spross stehenden Blätter sich von den basalen (von den Grössenverhältnissen abgesehen) wesentlich nur durch den Mangel eines Blattstieles und geringere Grösse der Blattspreite unterscheiden, was auch sonst noch vielfach der Fall ist. Diese Blätter, die schon von der Sprossaxe emporgehoben sind, brauchen einen Blattstiel nicht, sie sind ohnedies über die niedrig bleibenden Pflanzen der Umgebung emporgehoben und dem Lichte zugänglich. Die Aenderung der Spreitenform bei den Langblättern der C. rotundifolia, pusilla u. a. aber dürfte damit zusammenhängen, dass diese Pflanzen an offenen, dem Wind und Regen leicht zugänglichen Standorten zu wachsen pflegen.[2]) Ein langes schmales Blatt wird hier vortheilhafter sein als ein (ungestieltes) Rundblatt, welches bei diesen Pflanzen nicht mit einer mechanisch sehr wirksamen Nervatur versehen ist. Ausserdem sind, soweit ich dies verglichen habe, bei den Rundblättern die Intercellularräume grösser als bei den vor Transspiration weniger geschützten Langblättern. Thatsächlich wachsen auch, soweit meine Erfahrung reicht, diejenigen Campanula-Arten, deren obere Blätter von den unteren in ihrer Spreitenform nicht abweichen, an geschützten Standorten, zwischen Sträuchern, an Hecken u. dgl.

---

[1]) Die von Jungner (Klima und Blatt in der Regio alpina, Flora 79. Bd. S. 262) ausgesprochene Vermuthung, dass die Randzähne derartiger Blätter als wärmeleitende Organe zu wirken scheinen, halte ich für ebenso unbewiesen als unwahrscheinlich. Offenbar ist die biologische Bedeutung der Randzähne bei verschiedenen Blättern eine ganz verschiedene.

[2]) Vgl. auch Jungner a. a. O.

Eine Reihe von Versuchen hat nun ergeben, dass die Rundblattform diejenige ist, die bei schwächerer Beleuchtung auftritt, dass man die Pflanze auf diesem Stadium der Blattbildung künstlich zurückhalten, ja sie sogar zwingen kann, nachdem sie schon Langblätter gebildet hat, wieder zur Rundblattbildung zurückzukehren.

Die in Töpfen cultivirten Pflanzen wurden in verschiedener Entfernung von einem Nord- und einem Südfenster aufgestellt. Es sei zunächst das Verhalten der weit vom Fenster weg stehenden Pflanzen erwähnt.

1. Sprosse, die nur Rundblätter angelegt hatten, fahren in diesem Fall fort, solche zu bilden, ohne zur Langblattbildung überzugehen. Es entstehen dadurch Sprosse, die von den an den normalen Standorten vorkommenden in ihrem Habitus beträchtlich abweichen; sie haben gestreckte Internodien (Fig. 1) und sind ausschliesslich mit Rundblättern besetzt.[1]) Wurde von diesen Pflanzen ein Theil an das Südfenster gestellt, so trat in kurzer Zeit (in einem Monat) Bildung von Langblättern ein, während die auf dem weniger stark beleuchteten Standort belassenen Pflanzen fortfuhren, Rundblätter zu bilden. Die Lichtpflanzen hatten viel kräftigere Sprossachsen als die Schattenpflanzen erhalten, und die Sprossachsen der ersteren zeigten eine Behaarung, die bei denen der Schattenpflanzen nicht wahrnehmbar war.

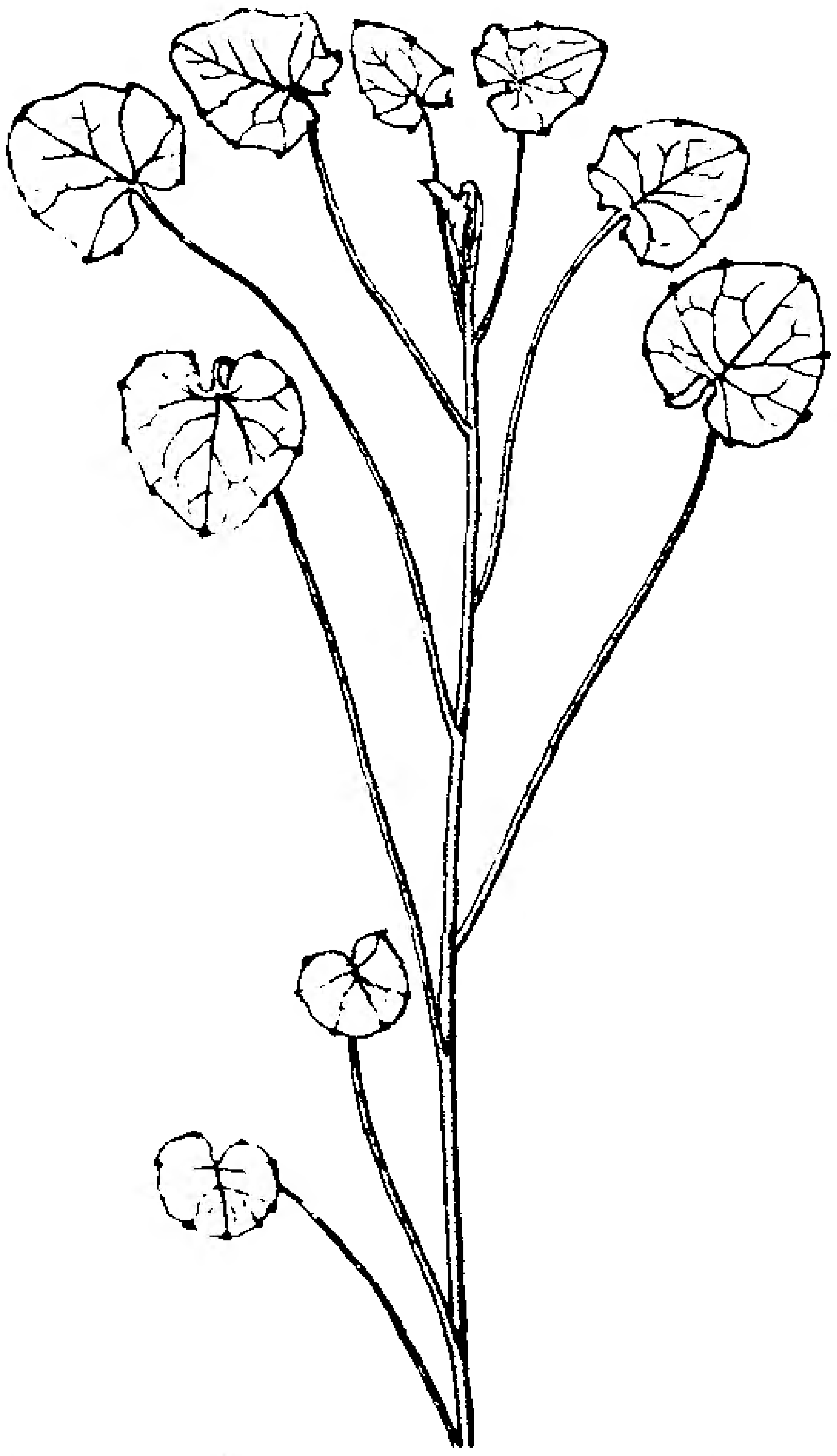


Fig. 1. Campanula rotundifolia. Oberes Stück eines bei geminderter Lichtintensität cultivirten Sprosses.

2. An etwas weiter vorgeschrittenen Pflanzen der bei gemindertem Lichtzutritt gehaltenen Cultur fanden sich Sprosse, die Langblätter entwickeln. Diese Sprosse schliessen dann regelmässig mit einer verkümmerten, ganz klein bleibenden Blüthenknospe ab, zuweilen sind auch einige seitliche Blüthenknospen noch wahrnehmbar. Als Seitensprosse an diesen Trieben entwickeln sich dann vielfach solche,

---

[1]) Wie auch die Abbildung zeigt, handelte es sich dabei nicht etwa um etiolirte Sprosse, sondern das Chlorophyll war normal ausgebildet und auch sonst keine krankhafte Veränderung wahrnehmbar.

die Rundblätter tragen, und zwar im oberen Theil der Sprosse, wo normal niemals Rundblattsprosse auftreten (Fig. 2, wo I und K, K die verkümmernde Blüthenknospe bedeuten; I ist die verkümmerte Terminalblüthe, K, K sind seitliche Blüthenknospen, A Achselspross mit Rundblättern).

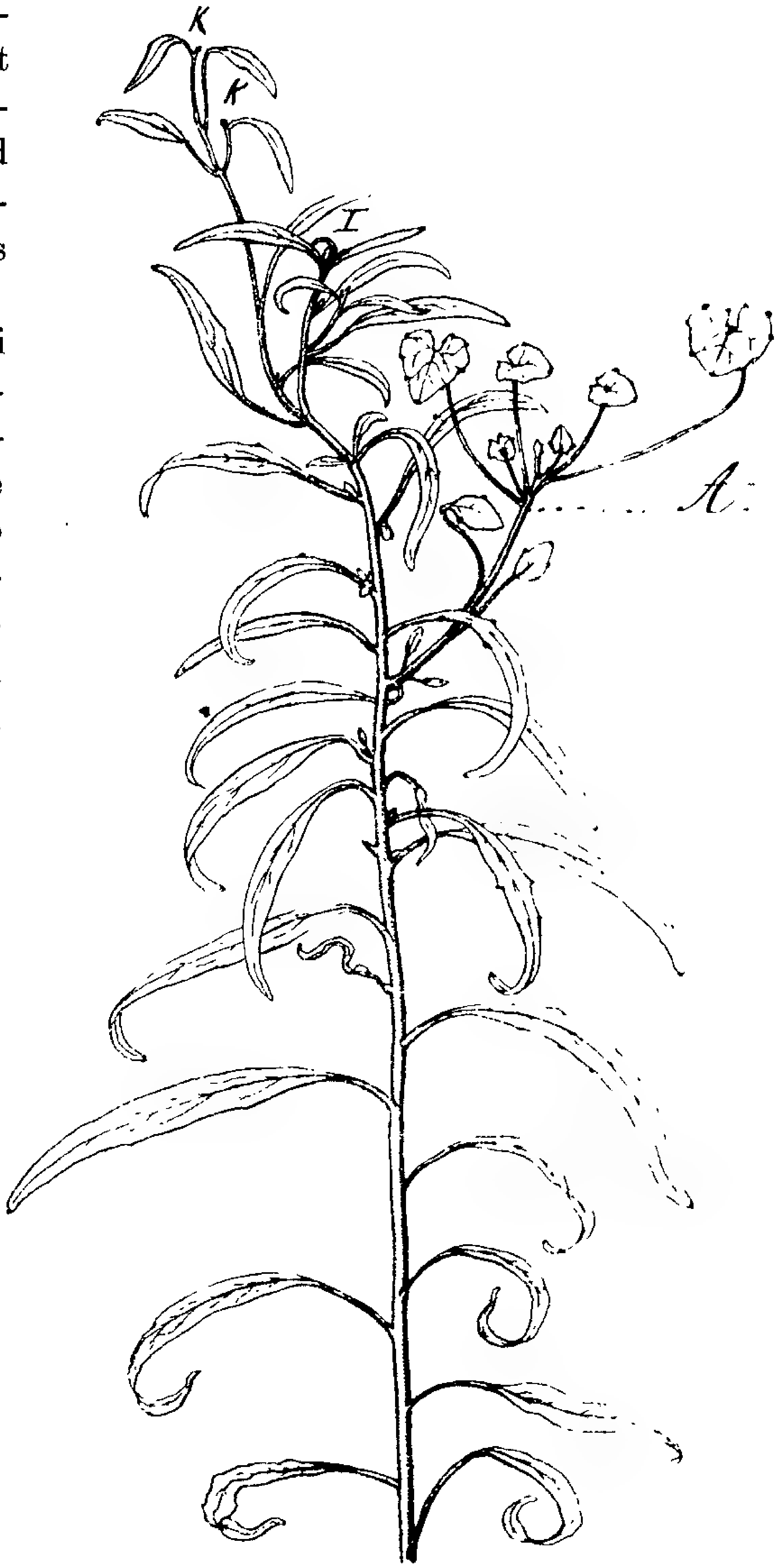
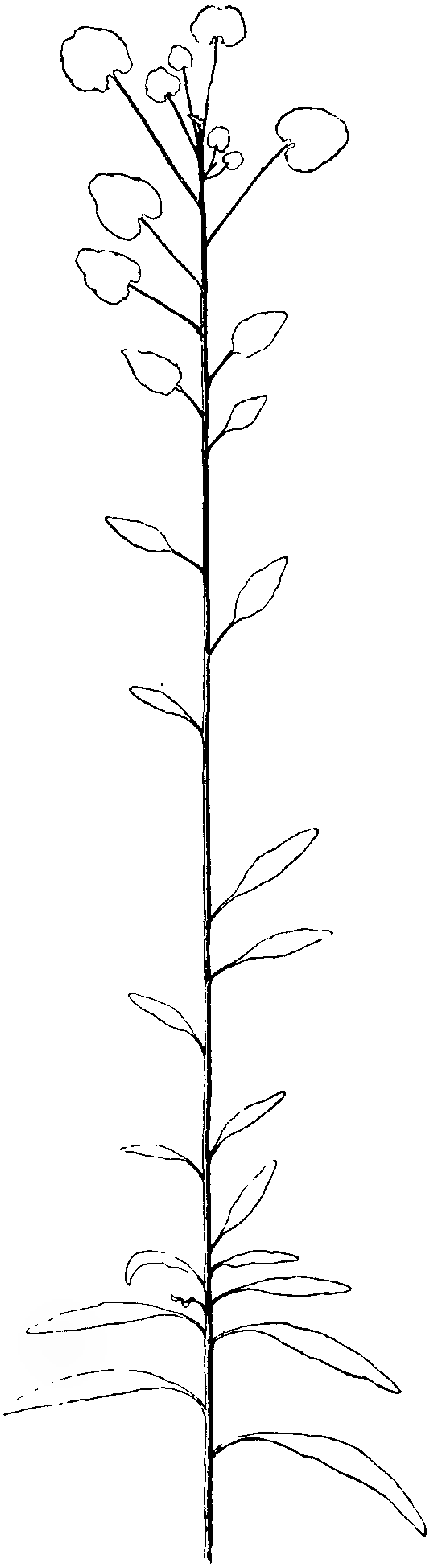


Fig. 2. Campanula rotundifolia. I verkümmerte Terminalblüthe des Sprosses, K, K, verkümmerte seitliche Blüthenknospen, A Spross, der zur Rundblattbildung zurückgekehrt ist.

Offenbar waren bei diesem mit verkümmerten Blüthenknospen abschliessenden Sprosse diese zu der Zeit, wo die Pflanzen geminderter Lichtintensität ausgesetzt wurden, schon angelegt, oder es waren doch die stofflichen Veränderungen, welche zur Bildung der Blüthenknospen und der Langblätter führen, schon eingeleitet, und die geringe Lichtintensität genügte, um sie bis zu dem angegebenen Stadium weiter zu führen. Auch im Freien fand ich an schattigen Standorten Langtriebe, die mit verkümmerten Blüthenknospen abschlossen.

3. Sprosse, die schon typische Langblätter entfaltet hatten als sie verminderter Lichtintensität ausgesetzt wurden, gehen an der Spitze wieder zur Bildung von Rundblättern über. Auf diese Weise



erhielt ich über 20 cm lange Sprosse, die an der Spitze typische Rundblätter bildeten.

Dies ist offenbar der instructivste Fall, weil er am deutlichsten die Abhängigkeit der Blattform von der Lichtintensität zeigt. Ausserdem geht daraus hervor, dass eine directe Correlation zwischen der Blüthen- und der Langblattbildung nicht besteht. Wohl sind beide in der Natur insofern mit einander verknüpft, als die Langblattbildung der Blüthenbildung stets vorausgeht. Dies rührt daher, dass die äusseren Bedingungen für beide Gestaltungsprocesse

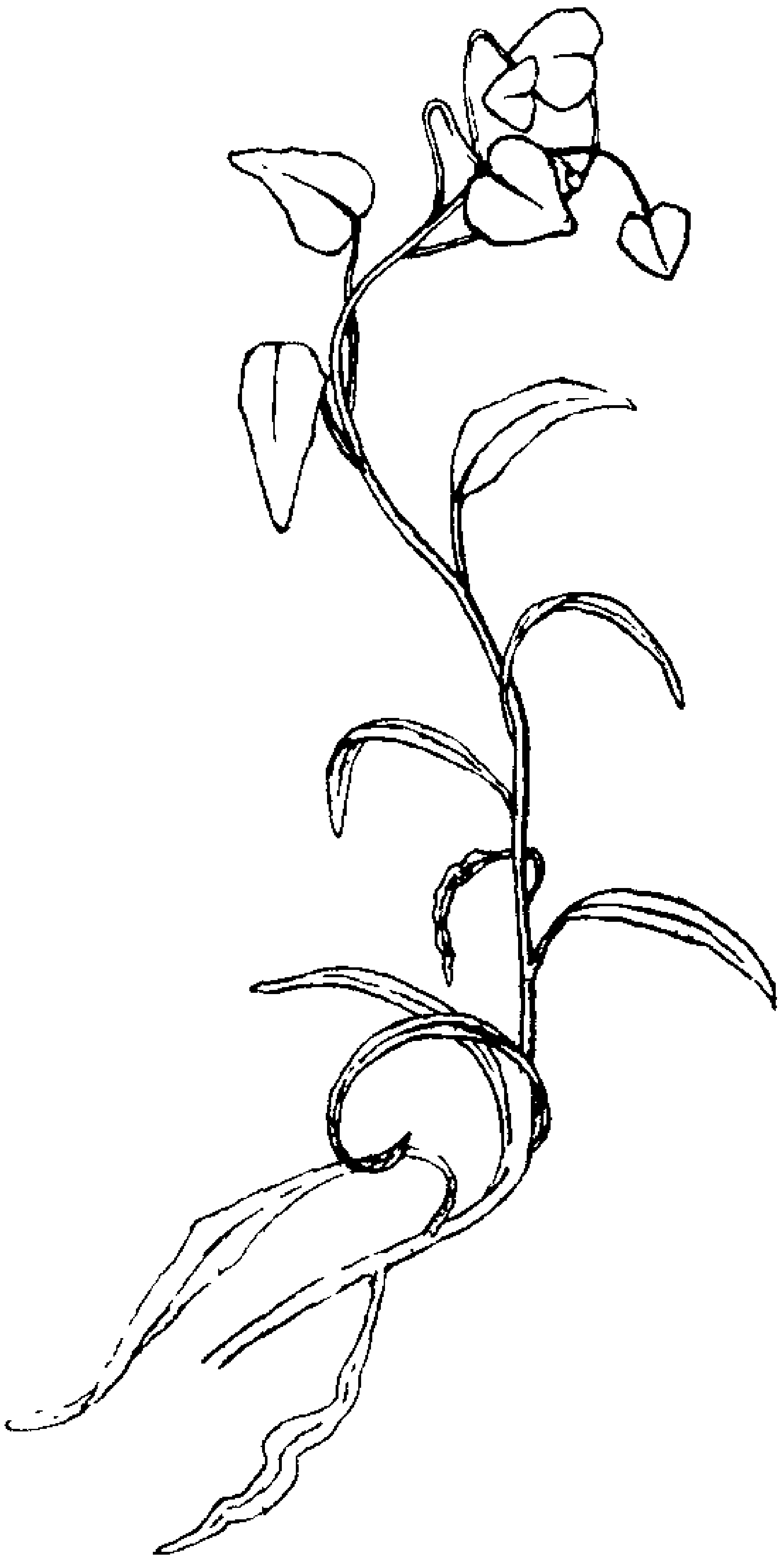


Fig. 3.

Fig. 4.

Campanula rotundifolia: Sprosse, die an der Spitze zur Rundblattbildung zurückkehren; Fig. 4 um $^1/_3$ der natürlichen Grösse verkleinert (halbschematisch.)

dieselben sind, insoferne als sie — sonst günstige Bedingungen vorausgesetzt — *nur eintreten, wenn die Lichtintensität eine gewisse* Höhe erreicht. Die Langblattbildung aber tritt, wie der Versuch 3. zeigt, zu einer Zeit ein, wo die zur Blüthenbildung führenden Vorgänge noch nicht so weit gediehen sind, dass eine Blüthenknospe gebildet wird; die Blüthenbildung kann vielmehr auf diesem Stadium noch ganz und gar unterdrückt werden.

Die mitgetheilten Thatsachen machen auch verständlich, warum man im Freien an schattigen Standorten Sprosse trifft, die längere Zeit hindurch nur Rundblätter bilden, und — wenngleich höchst selten — solche, die nach der Langblattbildung wieder zur Rundblattbildung übergehen. Sie geben dagegen keine Auskunft darüber, warum die Zahl der Langblätter bei verschiedenen Exemplaren eine so sehr verschieden grosse ist. Die Beantwortung dieser Frage lag nicht in meiner Absicht, es sei desshalb hier nur kurz auf die Möglichkeit hingedeutet, dass dies vielleicht insofern mit der Lichtintensität zusammenhängen könnte, als vielleicht die Langblätter zu ihrer Bildung eine geringere Lichtintensität erfordern als die Blüthenknospen und so an manchen Standorten die Pflanze längere Zeit auf dem Stadium der Langblattbildung zurückgehalten werden kann.

Es ist also nachgewiesen, dass die Heterophyllie zur Lichtintensität in directer Beziehung steht, und dass bei schwacher Lichtintensität diejenige Blattform gebildet wird, welche durch den Besitz eines (bei schwacher Beleuchtung sich stark überverlängernden) Blattstieles ausgezeichnet ist, welcher die Blattspreite dem Lichte nähern kann, während bei stärkerer Lichtintensität die Langblattform auftritt. Daran knüpft sich die weitere Frage: lässt sich die Bildung der Langblattform durch starke Beleuchtung von Anfang an unterdrücken, oder ist der Entwickelungsgang in der Weise geregelt, dass zuerst unter allen Umständen die Rundblattform auftritt? Beide Fälle sind möglich, für beide kennen wir anderweitige Beispiele. Was zunächst die zuletzt genannte Möglichkeit anbelangt, so würde sie den natürlichen Verhältnissen entsprechen. Die Pflanze keimt ja in den meisten Fällen zwischen anderen Gewächsen, die Keimpflanze wird zunächst keiner beträchtlichen Lichtintensität ausgesetzt sein. Die Knollen von Sagittaria, mit denen früher Versuche angestellt wurden, besitzen denn auch von vornherein nur Anlagen bandförmiger Blätter, was ebenfalls den Standortsverhältnissen entspricht. Als Beispiel für die andere Möglichkeit sei die Keimung von Anthoceros angeführt. Bei derselben bildet sich entweder ein Keimfaden, der dann später an seiner Spitze in die Bildung eines Zellkörpers übergeht, oder dieser Zellkörper entsteht sofort bei der Keimung durch Theilung der Spore selbst. Zwar sind die äusseren Bedingungen für diese Verschiedenheit meines Wissens nicht näher untersucht, aber es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass der erste Fall eintritt bei relativ schwacher, der letztere bei relativ starker Lichtintensität. Die Bildung eines Keimschlauches ist, teleologisch gesprochen, ein Mittel, um den Keimling dem Lichte zu nähern, bei stärkerer Lichtintensität kann sie ganz und gar unterbleiben. Ueber das Verhalten verschiedener Pflanzen lässt sich indess von vornherein nichts aussagen, es muss dasselbe experimentell untersucht werden.

Es wurden Samen und Ausläufer in Töpfe gebracht, die einer constanten Beleuchtung von vier Auer'schen Lampen ausgesetzt waren. Was die Samen betrifft, so wurde festgestellt, dass der Embryo noch nicht die Anlage von Rundblättern aufweist; die Ausläufer werden sich wohl verschieden verhalten, sie wurden nur zur Vergleichung mit ausgepflanzt.

Die Keimpflanzen sowohl als die aus den Ausläufern entstandenen Pflanzen entwickelten zunächst Rundblätter, die letztgenannten Pflanzen gingen bald zur Langblattbildung über. Diese Thatsache zeigt, dass die Lichtintensität an sich zur Bildung von Langblättern hinreichend war. Leider habe ich das Verhalten von der Pflanze getrennt eingesetzter Ausläufer unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht verglichen. Bilden sie unter diesen zunächst eine Blattrosette und an dieser als Seitensprosse die Blüthentriebe, so würde die Thatsache, dass sie bei künstlicher starker Beleuchtung sehr bald zur Langblattbildung und der Hervorbringung von Blüthenknospen übergehen, auf die Einwirkung der stärkeren Lichtintensität zurückzuführen sein, und es wäre dann denkbar, dass man auch die Keimpflanzen zu einem analogen Verhalten veranlassen könnte. Mir kam es zunächst nur auf die Entscheidung der Frage an, ob die Rundblattbildung überhaupt unterdrückt werden kann oder nicht, und zu diesem Zwecke war es mir sehr wünschenswerth, noch eine stärkere Lichtquelle benützen zu können.

Die Gefälligkeit des Herrn Ingenieur Uppenborn, für welche ich auch hier meinen besten Dank aussprechen möchte, ermöglichte mir, weitere Culturen bei Beleuchtung mit zwei Bogenlampen anzustellen, von denen jede ohne Glas 2400 Normalkerzen, mit Glas 2000 Normalkerzen Lichtstärke besass. Es stellte sich bald die Nothwendigkeit heraus, sowohl die Lampen als die Pflanzen mit Glasglocken zu versehen; ohne diesen Schutz war das Gedeihen namentlich der Keimpflanzen ein sehr schlechtes. Es zeigte sich, dass auch bei dieser starken Lichtquelle — mochte dieselbe nun continuirlich oder nur zur Tageszeit einwirken — die Bildung der Rundblätter nicht verhindert werden konnte. Dieselbe ist also erblich fixirt. Dasselbe gilt für das Protonema von Funaria hygrometrica und den Keimschlauch der Sporen der Marchantia Plagiochasma Aitoniana. Funaria keimte bei der constanten, ungemein starken elektrischen Beleuchtung innerhalb 24 Stunden (bei einer Durchschnittstemperatur von 20°) und entwickelte ein ganz normales Fadenprotonema. Der Keimschlauch der Plagiochasma-Keimscheiben war zwar sehr kurz, aber bei allen Keimlingen vorhanden, bei schwacher Beleuchtung wird derselbe sehr lang, und vermuthlich kann durch zu schwache Beleuchtung hier wie in anderen Fällen die Bildung von Keimscheiben verhindert werden. Die oben aufgeworfene Frage ist für diese Pflanze also verneinend zu beantworten.

Hier sei nur noch ein weiterer Fall angeführt, in welchem es gelang, eine Pflanze zur Rückkehr zur Primärblattform zu nöthigen. Heteranthera reniformis keimt ganz ähnlich wie ich dies für andere Pontederiaceen geschildert habe (Schilderungen II, p. 286 ff.) mit bandförmigen Primärblättern. Eine Keimpflanze, welche schon die gestielten, mit nierenförmiger Spreite versehenen Folgeblätter entwickelt hatte, wurde bei schwacher Beleuchtung als Landpflanze gezogen. Die Blattbildung sank nun wieder auf die Bildung der bandförmigen Primärblätter herunter.[1]) Es geht aber aus den Versuchen nicht mit Sicherheit hervor, ob die geminderte Lichtintensität hier die Ursache war. Denn die Pflanzen wuchsen kümmerlich, und Rückschläge zur Primärblattform treten, wie ich mehrfach hervorgehoben habe[2]), namentlich dann auf, wenn die Vegetation durch irgend welche äussere Factoren geschwächt ist. Dies gilt z. B. für die früher (Pflanzenbiolog. Schilderungen I) erwähnten neuseeländischen Veronica-Arten mit Cupressus-ähnlichem Habitus, d. h. mit schuppenförmigen, anliegenden Blättern, in deren Ausbildung deutlich die xerophile

---

1) Ich gehe auf diesen Fall hier nicht näher ein, sondern verweise auf eine von Herrn Wächter in meinem Institut ausgeführte Untersuchung, zu der namentlich die zu solchen Versuchen sehr geeignete Sagittaria natans verwandt wurde.

2) Z. B. Pflanzenbiolog. Schilderungen II, S. 286 u. 300. Mit diesen Verhältnissen mag es auch zusammenhängen, dass Stecklingspflanzen von Mühlenbeckia platyclados längere Zeit hindurch an den abgeflachten Sprossaxen wohl entwickelte Blätter hervorbrachten, während solche bei erstarkten Pflanzen zwar als Rückschlag nicht selten auftreten, aber gegenüber den verkümmerten Blättern doch sehr in der Minderzahl sind.

Anpassung zu Tage tritt. Die Keimpflanzen haben denen anderer Veronica-Arten gleichende, flache, abstehende Blätter mit deutlicher Spreite, und man kann, wie a. a. O. gezeigt wurde, durch Cultur unter abnormen Bedingungen, z. B. in feuchtgehaltenem Raume, auch ältere Pflanzen nöthigen, wieder solche Blätter zu bilden.

Weitere Beispiele für den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Blattbildung liefern einige Muscineen. Es sei erinnert daran, dass die Bildung der eigenthümlichen Wassersäcke von Frullania unterdrückt werden kann in ständig feucht gehaltenen Culturen (Schilderungen I, S. 151), sowie an die von Lorch[1]) angeführten Fälle bei Laubmoosen. Dem mag hier eine Bemerkung über das Verhalten von Bryum argenteum hinzugefügt werden. Der Silberglanz dieses Mooses, das an trockenen, der Sonne exponirten Standorten vorkommt, rührt her davon, dass im oberen Theile der Blätter die Zellen abgestorben sind und Luft enthalten. Mustert man eine grössere Anzahl von Stämmchen aus einem Rasen durch, so finden sich auch solche, bei denen die Zellen im oberen Theile des Blattes lebendig geblieben sind und Chlorophyll führen, wie die übrigen. Die todten Blatttheile bilden eine schützende Hülle um das Stämmchen, namentlich die Endknospe, die ja bei vielen xerophilen Moosen durch die Haarspitzen der Blätter schützend umhüllt ist. Hält man nun Culturen von Bryum argenteum bei mässiger Beleuchtung[2]) feucht, so unterbleibt die Bildung des aus todten Zellen bestehenden Schutzapparates; die Zellen behalten auch im oberen Theile des Blattes Plasma und Chlorophyll und die Haarspitze ist nicht oder nur wenig entwickelt. (Es sei dabei bemerkt, dass die Function der Haarspitzen, welche an den Blättern xerophiler Moose so häufig auftreten, meiner Ansicht nach vor Allem darin liegt, dass sie den Vegetationspunkt schützen, über welchem sie einen Schopf bilden.) Es ist wohl kaum zu bezweifeln, dass die Keimpflanzen Primärblätter hervorbringen, welche durchgehends (etwa von einer Haarspitze abgesehen) aus lebenden Zellen bestehen. Die eben angeführte Erfahrung zeigt, dass die Bildung solcher Blätter auch bei älteren Pflanzen veranlasst werden kann. Die Plasticität der einzelnen Pflanzen ist aber eine sehr verschiedene. Es gelang mir z. B. nicht, eine wesentliche Aenderung der Blattstructur von Leucobryum glaucum herbeizuführen dadurch, dass die Pflänzchen

---

[1]) Flora 78. Band S. 461 ff.

[2]) Auch im Freien sind derartige Formen anzutreffen. In der Bryologia europaea vol. IV p. 79 wird eine „var. β majus" beschrieben „caule elongato foliis brevissime appendiculatis vel submuticis, virescentibus". *Hab. in humidioribus umbrosis.*

(aus Protonema entstanden) genöthigt wurden, sich unter Wasser zu entwickeln, und dasselbe negative Resultat ergaben analog behandelte Luftwurzeln von Orchideen, die ihr Velamen auch dann ausbildeten, wenn sie genöthigt wurden, in Wasser zu wachsen.

Eine solche Verschiedenheit kann uns um so weniger wundernehmen, als wir ja an ein und derselben Pflanze im Verlaufe ihrer Entwickelung die Plasticität sich ändern sehen. Eine Keimpflanze von Preissia kann noch zur Rückkehr zur Keimschlauchbildung veranlasst werden; späterhin aber ist dies nicht mehr der Fall, und Aehnliches liesse sich von anderen Pflanzen anführen. Andererseits zeigt uns das oben geschilderte Verhalten von Campanula, dass die Keimpflanze unter allen Umständen Rundblätter bildet, während man es später durch Abänderung der Beleuchtungsverhältnisse in der Hand hat, bald solche, bald Langblätter auftreten zu lassen. Es ist möglich, dass derselbe Effekt auch auf andere Weise erzielt werden kann.

Wie zum Zustandekommen einer bestimmten physiologischen Erscheinung, z. B. der Chlorophyllbildung, stets ein Ineinandergreifen verschiedener äusserer Factoren (Licht, Wärme, Vorhandensein bestimmter Nährstoffe) gehört, so auch in den Fällen, wo die Anlegung und Ausbildung der Organe von äusseren Bedingungen abhängig ist.[1]) Es wäre z. B. irrig, wenn man die Blüthenbildung lediglich als abhängig von der Lichtintensität betrachten wollte. Ich habe früher schon[2]) darauf hingewiesen, dass Impatiens noli tangere unter Bedingungen cultivirt, welche die ganze Vegetation ungünstig beeinflussten, nur kleistogame Blüthen hervorbrachte, und dies trotz normalen Lichtgenusses, der an für sich zur Blüthenbildung vollständig ausgereicht hätte.

Einen ganz analogen Fall boten im Sommer 1894 Culturen von Circaea alpina, die an einem Südfenster aufgestellt waren. Diese Culturen (aus den bekannten Ausläufern der Pflanze hervorgegangen) zeigten die Eigenthümlichkeit, dass keine der Pflanzen — trotz reichlichen Lichtgenusses — zur Blüthe kam, sondern die Spitzen der orthotropen Sprosse wurden, nachdem sie eine bestimmte Höhe erreicht hatten, zu Ausläufern, die sich nach unten bogen[3]), wie dies sonst bei den aus der Achsel der untersten Blätter entspringenden Seitensprossen

---

1) Darauf wurde schon im ersten Theile dieser Abhandlung hingewiesen (Flora 1895 p. 111).

2) Pflanzenbiologische Schilderungen II, p. 363.

3) Einen analogen, aber bei ganz anders behandelten Pflanzen eingetretenen Fall hat Vöchting beschrieben (Ueber eine abnorme Rhizombildung. Bot. Zeitung 1889 p. 501 ff.)

der Fall ist. Man könnte zunächst denken, der Grund dieser „Missbildung“ sei in zu starker Beleuchtung gelegen gewesen, indem es ein Optimum der Lichtintensität für die Blüthenbildung gebe, das bei Schattenpflanzen niedriger liege als bei Bewohnern sonniger Standorte, die Blüthenbildung sei also verhindert und im Zusammenhange damit das Wachsthum der Hauptsprosse ein anderes geworden. Allein dies war, wie Vergleichsversuche mit Pflanzen, die im Freien in voller Besonnung gezogen wurden, nicht der Fall. Und ebenso trat bei Topfpflanzen, die an demselben Standort (im Zimmer) bei anderer Behandlung gezogen wurden, die normale Blüthenbildung ein. Bei den „abnormen“ Pflanzen aber verhielt sich der Hauptspross wie die in den Boden als Ausläufer eindringenden Seitensprosse, zu deren Bildung erforderlich ist, einmal ein gewisses Quantum durch Assimilation gewonnener Bildungsstoffe und dann eine — gewöhnlich durch den Gesammtaufbau der Pflanze bedingte — Beeinflussung des Wachsthums. Ohne auf diese Verhältnisse — die bei anderer Gelegenheit näher besprochen werden sollen — näher einzugehen, möchte ich hier nur daran erinnern, dass Circaea ein besonders deutliches Beispiel für das Vorhandensein einer wirklichen, durch äussere Umstände bedingten Umbildung liefert. Ich habe früher[1]) schon gezeigt, dass die normal unterirdisch wachsenden Ausläufer, wenn sie in einer Nährstofflösung beleuchtet wachsen, statt der Niederblätter kleine Laubblätter hervorbringen; die Umbildung der Laubblattanlagen zu Niederblättern ist bei den Ausläufern bedingt durch äussere Verhältnisse, namentlich den Lichtmangel. Dies zeigt uns auch das Verhalten der Keimpflanze.[2]) Diese hat, da die Kotyledonen epigäisch sind, nur oberirdische Blattachseln, aus denen Sprosse entstehen können. Dementsprechend haben die nach unten wachsenden, zu Ausläufern werdenden Axillarsprosse der Kotyledonen zunächst Laubblätter; erst wenn sie in den Boden eingedrungen sind, bilden sie Niederblätter. Bei den aus Ausläufern erwachsenen Pflanzen beginnen die neu entstehenden Ausläufer aber gewöhnlich sofort mit der Niederblattbildung, weil sie an den in der Erde steckenden, dem Lichte nicht zugänglichen Sprosstheilen auftreten; die oben angeführte Erfahrung zeigt aber, dass man sogar den orthotropen Hauptspross nöthigen kann, nach unten zu wachsen, und wenn man derartige Sprosse verfinstern würde, würde ohne Zweifel Niederblattbildung an ihnen auftreten. Dass bei anderen Pflanzen die Niederblattbildung an Ausläufern nicht durch das Licht

---

1) Bot. Zeitung 1880 p. 794.

2) Warming a. a. O.

bedingt wird, wurde an dem Beispiele von Adoxa früher erwiesen, eines der zahlreichen Beispiele dafür, dass ein Gestaltungsvorgang, der bei der einen Pflanze von äusseren Bedingungen abhängig ist, bei einer anderen durch „innere“ Ursachen bestimmt wird, d. h. erblich geworden ist.[1]) Bei Circaea handelt es sich also bei der Umbildung von Laubsprossen zu Ausläufern um zwei Factoren: der eine veranlasst den Laubspross, nach unten, in die Erde, zu wachsen, der andere — der Lichtmangel — veranlasst ihn, statt der Laubblätter Niederblätter auszubilden.

Kehren wir zu dem Ausgangspunkt dieser Mittheilung, zu der Heterophyllie von Campanula rotundifolia, zurück, so möchte ich auf allgemeinere Folgerungen, die sich aus derartigen Thatsachen für die Vererbungslehre ziehen lassen, hier nicht näher eingehen, sondern vorerst nur Folgendes betonen. Die hier mitgetheilten Erfahrungen stehen ganz im Einklang mit den Vorstellungen über das Wesen der Entwickelung überhaupt, zu denen mich frühere Untersuchungen geführt haben. Vererbt werden bei Campanula rotundifolia nicht die Anlagen zweier (resp., wenn man die Mittelformen in Betracht zieht, sehr vieler) Blattformen, deren Auftreten nun von den verschiedenen Graden der Lichtintensität als auslösenden Factoren bestimmt würde. Vererbt wird nur die Anlage zur Rundblattform. Sie wird unter normalen Verhältnissen, d. h. wenn hinreichende Lichtintensität vorhanden ist, umgebildet in die Langblattform, und dieser Vorgang ist kein plötzlicher, sondern ein allmählicher, desshalb treten die Zwischenformen des normalen Entwickelungsganges auf. Im Verlaufe der Ontogonie eines einzelnen Langblattes treten solche Zwischenformen nicht mehr auf, weil der umbildende Factor sehr früh schon die Entwickelung der Blattanlage in andere Bahnen lenkt.[2]) Schalten wir ihn aber aus, indem wir die Pflanze unter andere äussere Bedingungen bringen, so tritt die durch Vererbung überlieferte Blattform wieder auf. Es ist eine reale Umbildung ganz ähnlicher Art, wie sie eintritt, wenn die Laubsprosse von Circaea im Dunkeln Schuppenblätter aus den Laubblattanlagen entwickeln.

---

1) Es ist wahrscheinlich, dass die Ausläufer von Campanula sich so verhalten, wie die von Circaea. Wenigstens sagt schon Warming (a. a. O. p. 86): „Dersom den allernederste Del of Hovedaxen ikke bliver daekket af Jorden, ville mange, maaske alle de af den udviklede Grene ikke blive blege, rod slaaende Jordgrene, men grönne Lövbladskud; det viser et nyt Exempel paa, af Metamorfosen afhaenger af de omgivende fysiske Forhold“.

2) Man vergleiche das analoge, früher für Adoxa geschilderte Verhalten (Bot. Zeitg. 1880 a. a. O.).

Studien über Saprolegnieen.

Von

Adam Maurizio.

(Hierzu Tafel I.)

Cultur der Saprolegnieen, insbesondere der Conidien derselben, in Nährlösungen.

In einer demnächst erscheinenden Untersuchung über die Sporangiumanlage der Gattung Saprolegnia werde ich den Nachweis führen, dass diese Fruchtform, welche ich an Saprolegnia rhaetica[1]) zum ersten Male beobachtete, bei vielen anderen Arten der Gattung vorkommt und auch schon von de Bary und Humphrey beschrieben und abgebildet wurde, ohne die Beachtung zu finden, welche sie infolge ihrer Umwandlungsfähigkeit zu Sporangien und Oogonien verdient. Ausserdem kann aber die Sporangiumanlage den Dauerzustand eingehen, eine „Dauerconidie“ werden, deren hervorragendste Eigenschaft es ist, vegetativ zu keimen. Nur dieses Produkt der Sporangiumanlage soll hier unter specieller Berücksichtigung seiner Keimungsvorgänge behandelt werden.

Wie die Sporangiumanlage, so tritt auch die Dauerconidie in den mannigfaltigsten Ständen auf und besitzt die verschiedenste Form. Es fragt sich zunächst, welche Sporangiumanlagen und nach welcher Zeit in den Dauerzustand übergehen, und wie lange die Keimfähigkeit andauert.

Es ergibt sich aus zahlreichen Beobachtungen, dass alle Sporangiumanlagen, gleichgiltig welcher Form und Grösse, die nach einer gewissen Zeit weder Sporangien noch Oogonien geworden sind, den Dauerzustand eingehen. Einen bestimmten Zeitpunkt hierfür anzugeben, ist nicht möglich; für S. rhaetica (l. c. p. 13—14 des S.-A.) hatte ich diese Zeitdauer zu bestimmen gesucht, bei anderen Arten bilden sich aus den Sporangiumanlagen noch nach 6—8 Wochen Sporangien aus. Fast ebenso unbestimmt lautet die Antwort auf die zweite hier aufgeworfene Frage. Wie in Bezug auf den Eintritt des Dauerzustandes, so verhalten sich auch in der Keimungszeit die

---

[1]) **Flora, Ergänzungsband 1894, wo das Nöthige über die früheren Beobachtungen und einige Eigenschaften der Sporangiumanlage gesagt wurde.**

Conidien aller behandelten Saprolegnieen gleich.[1]) Nach den absichtlich zu dem Zwecke angestellten Versuchen keimen die Dauerconidien auch nach 7monatlichem Liegen, sobald sie in die Nähe eines festen Nährsubstrates oder in eine Nährlösung gelangen. Wahrscheinlich sind sie noch längere Zeit keimfähig, vielleicht ebenso lange, wie die Oosporen. Dauerconidien ganz junger Rasen, wie solcher, denen Monate lang kein frisches Wasser zugesetzt wurde, eignen sich gleich gut zu Culturzwecken in flüssiger Nahrung.

Die Saprolegnieen kommen in flüssiger Nahrung gut auf und es ist sehr wahrscheinlich, dass die verschiedenen im Wasser löslichen Abfallstoffe der Zucker-, Sprit- und Bierfabrikation, sowie Verunreinigungen der Gewässer durch andere industrielle Anlagen solche Nährlösungen herstellen und dadurch zur Grundlage der Ansiedelung der Saprolegnieen werden. Für ihre Entwickelung bedürfen diese Pilze nur einer geringen Quantität von organischen Stoffen. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass weder Hyphenstücke, Dauerconidien oder Zoosporen in reinem Wasser Rasen ausbildeten, benutzte ich Lösungen aus folgendem Material:

Abkochung von Mehlwürmern. Ein Mehlwurm wird in Stücke geschnitten, in 100 ccm Wasser gut gekocht, und diese Flüssigkeit bis zur Klarheit filtrirt.

Decoct von Ameisenlarven; etwa 15 Stück von ihren Coconsumhüllungen befreite Ameisenlarven wurden in 50 ccm Wasser aufgekocht und die Lösung in ein sterilisirtes Kölbchen heiss filtrirt.

Liebig's Fleischextract; 5 bis 15 g auf 100 ccm Wasser und gleiche Quantitäten aus dem Blut erhaltenen Peptons.

Bouillon aus frischem Fleisch und Knochen.

Lösungen von Knorpelleim.

Hühnereiweiss; 5 bis 15 g in 50 ccm Wasser gelöst, oder das ganze Eiweiss eines Eis mit einer grösseren Wasserschicht bedeckt und so für die Culturzwecke verwandt. Geronnenes Eiweiss erwies sich als ungeeignet für diesen Zweck.

Eine ausgezeichnete Nährlösung ergab der ausgepresste Saft aus rohem Rind- und Fischfleisch, wie auch Fleischstücke als solche zur Anlage von Culturen sich vorzüglich eignen.

---

1) Es ist unnöthig, irgend welche Form besonders zu nennen. Ausser der schon genannten S. rhaetica kamen acht andere Arten der Gattung zur genauen Beobachtung. Die Hyphenstücke und zum Theile auch Conidien der Gattungen Achlya und Aphanomyces verhielten sich ganz gleich. Leptomitus allein liess sich in keiner Weise in Culturen grossziehen.

Mehr oder weniger tauglich für Culturzwecke waren: Rohr- und Milchzuckerlösungen (2 bis 15 %), Glycerin in 2- bis 15proc. Lösung und Malzextract von ebensolcher Verdünnung. Mittelmässige Resultate ergaben: Abkochungen von Acer-, Gerste- und Kressekeimlingen.

Für alle Culturen entnahm ich je einen Tropfen der Nährlösung, welche, wenn nöthig, auf eine bestimmte Concentration gebracht wurde, und cultivirte die Rasen auf unbedecktem Objectträger, seltener in feuchter Kammer. Um die Wirkung einer grösseren Quantität der Nährlösung zu studiren, wurden Culturen in kleinen Fläschchen und flachen Schalen angelegt.

Alle untersuchten Saprolegnieen verhielten sich, wie schon gesagt wurde, im Wesentlichen gleich. Eingehender studirt wurden die Arten der Gattung Soprolegnia: einige unbestimmte Arten, ferner S. Thureti, S. mixta und die spec. nova: S. heterandra, S. esocina, S. intermedia und S. bodanica.

Wie aus der soeben gegebenen Uebersicht hervorgeht, erzielt man die besten Resultate mit Lösungen von animalischen Stoffen. In der Regel wurde die Cultur angefangen mit ganz verdünnten Lösungen. Ein geringer Zusatz von Borsäure oder von Salicylsäure hielt die Bacterien ab, welche sonst, namentlich bei grösseren Mengen der Nährlösung in Kölbchen, fast nicht fernzuhalten waren. Wie es sich noch zeigen wird, sind die Saprolegnieen diesen Säuren gegenüber sehr widerstandsfähig.

An den Dauerconidien oder den Endstücken von Hyphen, die in die Nährlösung gelegt werden, wachsen schon nach wenigen Stunden kleine Keimschläuche aus (Fig. 4 u. 5). Die Keimfäden der Zoosporen verhalten sich ähnlich (Fig. 1 u. 3). Die ersten Keimungsstadien der Arten der Gattung Achlya besitzen Anfangs ein stachliges Aussehen (Fig. 4 u. 5), welches in den weiteren Fortschritten der Cultur allmählich verschwindet. Die späteren geringen Differenzen genügen nicht, um als Unterscheidungsmerkmal der Gattung zu dienen. — Nach weiteren 6 bis 8 Stunden verdicken sich allmählich die Keimschläuche und bilden entweder direct an den Enden der Hauptfäden oder an denjenigen ihrer Verzweigungen die ersten Sporangien aus. Bald entleeren die zuerst ausgebildeten Sporangien die Zoosporen (Fig. 1, 2, 6, 7 u. 8), und 24 bis 36 Stunden nach Anlage einer Cultur ist die Entleerung allgemein. Zu gleicher Zeit treten Conidien auf. In der Form und Grösse stimmen beide Bildungen mit einander überein. Beide sind kuglig bis keulig, und, obgleich ich fast ausschliesslich Conidien tragende Saprolegnieen cultivirte, tauchten niemals die uns von Mehlwurmculturen bekannten unregelmässigen complicirteren Conidienstände auf.

Der kleine Rasen ist mannigfaltig verzweigt und verknäuelt, wobei er immer sehr zart und durchsichtig bleibt (Fig. 9—11), und zwar ebensowohl in den Hauptfäden als in den Verzweigungen und den bis 15 Zoosporen ausbildenden Sporangien. In der feuchten Kammer lassen sich solche Rasen nur kurze Zeit beobachten. Die Entwickelung des Rasens ist nämlich auch in den aus Zoosporen gezogenen Culturen eine so üppige, dass ihr das 18- bis 20 mm-Maass der Deckgläschen nicht genügt und Störungen der normalen Entwickelung entstehen.

Das Gesagte wird am besten an einem Beispiel zu erläutern sein. Am 12. März 1895 4 Uhr Abends wurden 3 g Eiweiss eines frischen Hühnereies in 50 ccm lang gekochtem Wasser gelöst und in diese Lösung eine Dauerconidie ausgesät. Am 13. März 8 Uhr Morgens waren schon zahlreiche, zum Theil verzweigte Hyphen vorhanden, und bald nachher fand die Entleerung der ersten Sporangien statt. Am 13. März 4 Uhr Abends entsprach die Cultur ungefähr dem in Fig. 10 dargestellten Stadium und dem Theilstücke derselben in Fig. 9. Die Cultur wurde nun in eine concentrirtere Eiweisslösung versetzt (6,5 g auf 40 ccm Wasser). Einen Tag später waren etliche durchwachsene Sporangien zu sehen (Fig. 6 u. 8), und nach 3 bis 4 Tagen hat die Entwickelung ihren Höhepunkt erreicht. In der Mitte einer solchen ausgereiften Vegetation befindet sich die vollständig leere, zur Aussaat benutzte Conidie (c in Fig. 10 u. 12, ein grosser Theil der Hyphen und ihrer Verzweigungen wurde in Fig. 12 fortgelassen). Die Dimensionen, die an einer solchen Cultur zu verzeichnen sind, sind folgende: Durchmesser der Hyphenenden 10—15 μ, der primären Zweige 5—15 μ, der entfernteren Zweige 8 bis auf 3 μ absteigend. Die Durchmesser der Sporangien waren 15—31 μ in der Breite und 20—50 μ in der Länge, diejenigen der runden Conidien variirten zwischen 15 und 30 μ, die Zoosporen maassen 11—14 μ.

Irgend eine häufiger wiederkehrende Art der Verzweigung besitzen diese Culturen keineswegs. Der obere Theil der radial abstehenden Hyphen weist Seitenzweige auf, die völlig regellos verlaufen. Die Zweighyphen stehen bald senkrecht zum Hauptfaden, bald geneigt oder gegen die entleerte Conidie gekehrt. Dessen ungeachtet stehen die peripherisch gelegenen, letzten und feinsten Zweigenden gerade nach Aussen ab und sind gegen einander fast parallel gestellt (vgl. Fig. 9 u. 10). Nicht selten findet man spiralige Aufrollungen der letzten Enden der feinen Aeste (Fig. 9, 10, 11).

In dem ganzen Verzweigungssystem ist ein Inhalt meist nur an den Enden zu bemerken. Er besteht aus einem äusserst feinen, durchsichtigen Plasma. Diese grosse Durchsichtigkeit des Inhalts ist dem Umstande zu verdanken, dass hier auch an den dicksten Stellen der Hyphen bloss eine, etwa 30 μ im Durchmesser besitzende Plasmaschicht vorliegt.

Die Sporangien befinden sich an den Enden der Haupt- und der Nebenäste. In den meisten Fällen gliedert eine Querwand sie vom Faden ab, doch findet etwa die Zoosporenentwickelung und -Entleerung statt auch ohne Querwandbildung, z. B. Fig. 7. Durchwachsungen der Sporangien sind oft anzutreffen, mehr als drei ineinanderliegende Häute werden jedoch nicht beobachtet (Fig. 6 u. 8). — Häufig bleiben die Sporangien in ihrer Entwickelung zurück, und man kann sie dann „Dauerconidien“ nennen. Wie diese besitzen sie die Fähigkeit der vegetativen Keimung, und in einigen Culturen in Nährlösnngen keimten sie sogar am Faden.

Die Entleerung, Schwärmzeit und Häutung der Zoosporen sind keine anderen als in gewöhnlichen Culturen auf Mehlwürmern. Im Unterschiede zu den in reinem Wasser gekeimten Zoosporen, sind die in Nährlösungen aus ihnen erzeugten Keimschläuche (Fig. 1, 2, 3) einer weiteren Entwickelung fähig. Bei der Keimung wandert der Inhalt der Zoosporen in die Keimschläuche, welche infolge ihrer Zartheit und grossen Länge bei schwacher Vergrösserung nur schwer im Zusammenhange zu beobachten sind. Eine Zoospore vermag 1 bis 6 Keimschläuche zu bilden, die den Culturtropfen von einem Ende zum anderen durchsetzen, in verschiedene Aeste sich gabeln und Verdickungen bilden. Der Durchmesser der Keimfäden beträgt in der Regel 1,5—6 μ, doch sind Keimfäden von der Breite der Zoosporen selbst keine Seltenheit. — Wird zu einer Cultur aus einer Zoospore allmählich eine concentrirtere Nährlösung hinzugefügt, so erzielt man Vegetationen, die eben so kräftig entwickelt sind als diejenigen aus Conidien.

Bisher war die Rede nur von Culturen auf Objectträgern. Ganz ähnliche lassen sich in kleinen Erlenmeyer'schen Kölbchen oder in flachen Schalen aufziehen. Die betreffenden Vegetationen bestehen aus wolligen Flocken, welche, unter dem Mikroskop betrachtet, als kleine Büschel von strauchartigem Aussehen erscheinen. Sie schweben frei in der Flüssigkeit, und oft wird diese von ihnen fast ganz ausgefüllt. Diese Rasen besassen nicht selten eine Breite und Höhe von 3 bis 7 cm.

Welche Bedeutung haben die soeben behandelten Vegetationen aus Dauerconidien für die Verbreitung der Saprolegnieen in natürlichen Gewässern, und welche Aussichten auf die Entwickelung dieser Pilze eröffnen sie?

Schon seit längerer Zeit mit Untersuchungen über Saprolegnieen beschäftigt, hatte ich Gelegenheit, Proben den verschiedensten Standorten zu entnehmen, wobei die Pilze in der Natur niemals in dem Zustande angetroffen wurden, der den Culturen auf Mehlwürmern u. a. m. eigenthümlich ist, d. h. den Pilz in seiner vollkommensten Ausbildung uns zeigt. Nur auf lebenden Fischen und Fischeiern waren die Pilzvegetationen (freilich ohne Oogonien) ebenso reich und noch üppiger entwickelt als auf Mehlwürmern.

Ein Rasen ist in einer Probe, die aus Schlamm, faulenden Pflanzentheilen u. a. besteht, niemals zu finden. Zur Seltenheit lassen sich ein paar Oogonien blicken. Und doch wird man aus jeder solchen Probe — worauf schon de Bary aufmerksam machte — nicht nur eine, sondern, falls mit den nöthigen Cautelen vorgegangen wurde, eine Mehrzahl von Saprolegnieen verschiedener Gattungen züchten können. Diesen beigemischt, finden sich oft, im Wasser lebende Peronosporeen.

Auf anderer Seite erhellt aus meinen Versuchen, dass die Saprolegnieen ausschliesslich im Wasser sich fortpflanzen können. Beim Austrocknen geht die Cultur zu Grunde. Nicht einmal die mit Wasserdampf gesättigte Luft unter einer Glasglocke schützt sie vor dem Tode. Allerdings sind Stücke eines dichteren Rasens vor der Verdunstung geschützter, und sie bleiben, wie die Versuche auf Objectträgern lehrten, längere Zeit keimfähig. Ebenso verhält es sich mit Abschnitten der Cultur, die den Mehlwürmern, Ameiseneiern etc. unmittelbar anliegen. Durch Capillarwirkungen der Maschen der Hyphen wird das Wasser längere Zeit zurückgehalten. Daraus geht hervor, dass die Pilze nur unter ausnahmsweise günstigen Bedingungen sich fortpflanzen können, wenn sie etwa über die Oberfläche des Wassers gelangen sollten. Da diese Versuche einiges Licht auf die natürliche Verbreitung der Saprolegnieen werfen, theile ich sie hier mit.

Es leuchtet ein, dass Flüssigkeiten, die als Nahrung den Saprolegnieen dienen können, in natürlichen Gewässern überaus häufig vorkommen. So wird der Schluss, die in Nährlösungen erhaltenen oder diesen ähnlichen feinen Rasen seien ein Glied dieses natürlichen Vorkommens, nicht zu gewagt sein. Diese Vegetationen werden überall auftauchen, wo bei mangelnder fester Nahrung die typische Mehlwurmcultur nicht auftreten kann.

Auch die winzigsten in Nährlösungen erzeugten Rasen lassen sich auf Mehlwürmer übertragen und dienten mir oft zur Infection von Fischeiern, von welcher noch die Rede sein wird. Es mag hierbei auch die Vermuthung ausgesprochen werden, dass nicht sowohl die Zoosporen selbst, Conidien, Sporangien und Oogonien, welche von der gewöhnlichen Ursprungsstelle der Infection, den Kiemen, leicht wieder fortgespült werden, sondern die Keimfäden der Conidien etc. es sind, die, infolge ihrer Zartheit und Unregelmässigkeit an jeder Unebenheit haften bleibend, die Infection an Fischen und Fischeiern bewirken.

Einige Erscheinungen, die in den Culturen auftraten, bekräftigten in mir die Muthmassungen über die Verbreitungsweise der Saprolegnieen. Ein auf die Wasseroberfläche eines grossen Gefässes gelegter Mehlwurm kam in die Nähe der Wand zu stehen. Aus der Wunde am Kopfende, die mittelst Pincette beim Töten beigebracht wurde, floss die specifisch schwerere Lymphe aus dem Körper längs der Glaswand bis auf den Grund des Gefässes. Auf dem ganzen Wege, den diese Nährflüssigkeit durchfloss, entstand ein äusserst feiner, denjenigen in Nährlösungen entstandenen, gleichender Rasen. Ohne Unterbrechung setzte er sich bis zum Grunde des Glases fort, bald ziemlich lockere, bald ganz dichte wollige Büschel zeigend.

Wie schon gesagt wurde, befand sich am Grunde des Gefässes mehr Lymphe als an der Wand. Die Vegetation am Grunde war darum bedeutend mächtiger als an der Glaswand; dort kam ein schöner lockerer Büschel, ähnlich einem ausgebreiteten Pinsel, zur Ausbildung, der eine Länge von 3 cm besass, bei einer mittleren Breite von 1 bis 2 cm. Er bestand aus äusserst feinen, reich verzweigten Hyphen, deren Abschluss kleine Conidien und Sporangien bildeten. An den letzteren waren einige wenige Durchwachsungen zu sehen. Beide Fructificationsformen waren massenhaft vorhanden. Allein wie in meinen Culturen in Nährlösungen fehlten auch hier die Oogonien vollständig. Bei einer leichten Bewegung des Glases trennt sich der ganze Rasen von der Wand. Er schwebt also frei in der Flüssigkeit. Mit ausgezeichnetem Erfolge liessen sich solche flottirende Rasen bei Anwendung grösserer Gefässe mit concentrirteren Nährlösungen erzeugen.

Noch auf einem anderen Wege liessen sich solche, dem natürlichen Vorkommen dieser Pilze wahrscheinlich entsprechende Rasen grossziehen. Tränkt man dürre Aeste, Holzstücke oder nicht zu dicke Schnüre mit einer Bouillonlösung, indem man sie in ihr auskocht, und lässt diese dann im Trockenkasten oder einfach in irgend einem leeren Gefässe über dem Feuer gut trocknen und erkalten, und stellt die in solcher Weise imprägnirten Objecte in ein Glas mit Saprolegnieenculturen, so wird man auf diesen Objecten, wenn jede Erschütterung vermieden wurde, welche eine rasche Diffusion bewirken könnte, einen fast continuirlichen Rasen auftauchen sehen von der wiederholt erwähnten Beschaffenheit.

Ich kann mich jeder Auseinandersetzung über die Bedeutung dieser Culturen für die Ermittelung des natürlichen Vorkommens der Saprolegnieen enthalten. Diese Befunde sind zu vergleichen mit der am Schlusse gegebenen Darstellung des nunmehr hier unzweifelhaft erwiesenen Parasitismus dieser Pilze auf Fischen und Fischeiern.

Bei den mir gestellten Zielen hatte ich keine Veranlassung, mit der Cultur in Nährlösungen mich weiter zu beschäftigen. Durch Variiren des Culturverfahrens wird man die Saprolegnieen bis zur Oogonienausbildung bringen können.

Die bisherigen Ansichten über die Pilzkrankheit der Fische und der Fischeier.[1])

Die in der Literatur verzeichneten Fälle von Pilzkrankheiten sprechen durchaus nicht klar für die parasitische Lebensweise der Saprolegnieen. Die von verschiedenen Forschern unternommenen Infektionsversuche verliefen meist resultatslos. Diesen negativen Ergebnissen stehen die, ich möchte sagen, fast täglichen Erfahrungen der Fischzüchter gegenüber; ferner die von Zeit zu Zeit auftauchenden Epidemieen der Fische im freien Wasser, welche häufig auf Saprolegnieen sich zurückführen lassen. Während die zunächst interessirten Kreise von der grossen Schädlichkeit dieser Pilze für die Fische überzeugt sind, behandeln die Lehrbücher über Fischzucht die in Frage stehenden Erscheinungen nur dürftig. Systematische Spezialwerke, welche die zahlreichen thierischen Parasiten der Fische bei jeder Species anführen, schenken der Behandlung der pflanzlichen Parasiten fast gar keine Aufmerksamkeit. Um nur eine auf unsere schweizerischen Verhältnisse bezügliche Quelle zu nennen, weise ich

---

1) Eine Mittheilung über diesen Gegenstand, und zwar in einer den Wünschen der Fischzüchter angepassten Form, findet sich in meinem Aufsatze: Die Wasserpilze als Parasiten der Fische. Zeitschrift für Fischerei, Mittheilungen des deutschen Fischereivereins 1895, 6. Heft.

auf V. Fatio hin, welcher die verschiedenen Krankheiten und Epidemieen der Perca fluviatilis, Cyprinus Carpio, Squalius cephalus, Esox Lucius, die bestimmt oder doch sehr wahrscheinlich auf Saprolegnieen sich zurückführen lassen, in einer Weise behandelt, die den unbefriedigenden Stand der Frage vor Augen legt.[1])

In wie weit die Mykologen in früheren Zeiten sich mit dieser Frage befassten, stimmten sie meist mit de Bary in ihren Ansichten überein. Es ist hier der Ort, die Ausführungen dieses Forschers in aller Kürze wiederzugeben. Indem de Bary die weiter unten angeführten Angaben Huxley's kritisirt[2]), gibt er der Meinung Ausdruck, dass in den von diesem geschilderten Fällen es sich um Saprolegnieen handle, die gewöhnlich saprophytisch leben und dann als facultative Parasiten auf das lebende Thier übergesiedelt wären. „Trifft das zu, so müssen die befallenen Fische jedenfalls schon vor dem Befallenwerden andere Eigenschaften haben als andere nicht befallene; die entscheidende Ursache des Befallenwerdens muss in etwas anderem liegen, als in dem Angriff der Saprolegnieen, vielleicht was hier nicht näher zu untersuchen, in anderweiter Erkrankung.“

Die Existenz von Saprolegnieen in jedem natürlichen Gewässer sowie das negative Ergebniss der Infectionsversuche in Betracht ziehend, meint de Bary, dass „unbedingt kein Fisch von ihnen frei bliebe, wenn sie als facultative Parasiten jeden befallen könnten“. Diesen Einwand könnte man schliesslich der Erforschung nicht nur dieser, sondern jeder Infectionskrankheit überhaupt erschwerend in den Weg legen. Dass das epidemieartige Ausbrechen der Krankheit ihre besondern Gründe hat, bleibt nach wie vor zugestanden, wenn auch diese Pilze weit häufiger parasitisch leben als man gewöhnlich annimmt. Wenn z. B. ein Drittel oder die Hälfte aller Fischeier und jungen Fische einer Fischzuchtanstalt an ihnen zu Grunde geht, so kann man nicht umhin, sie anders denn Parasiten nennen, wogegen eine unnöthige Vertiefung der Frage auf andere unbenannte Gebiete gar nicht aufkommt. Seitdem übrigens de Bary diese Worte schrieb, hat die weitere Forschung manchen aufhellenden Beitrag geliefert, wie hier gezeigt werden soll.

Eine ähnliche Verumständlichung einer einfachen Sachlage ist es, wenn de Bary „vielfach beschriebene Vorkommnisse von Pilzen — wohl auch von Saprolegnieen — in Eiern, Spezialfälle saprophytischer

---

1) Faune des vertebrées de la Suisse. Hre. nat. des poissons, Genf 1890 p. 37, 197, 210—211, 432 und 575.

2) Vgl. Morphol. und Biologie der Pilze 1884 p. 403 und 408.

Vegetationen“ nennt und sie desshalb von der Betrachtung ausschliesst. Ob entwicklungsfähige Eier als lebende Organismen aufzufassen sind oder nicht? Mit gleichem Recht und mittelst einer ähnlichen Beweisführung müsste man alle Dauerzustände niederer Pflanzen und Thiere unbelebte Materie nennen und die solche Entwickelungsformen bewohnenden Parasiten als Saprophyten ansprechen.

Von der nun folgenden Uebersicht der hier in Betracht kommenden Angaben, schliesse ich die älteren über „Schimmel und Confervenbildungen“ auf Goldkarpfen u. a. m. aus, denn sie bieten für den heutigen Stand der Mykologie doch zu wenig Anhaltspunkte. Diese älteren Angaben finden sich zusammengestellt in einem Aufsatze Unger's[1]), zu dessen Behandlung wir jetzt übergehen. Die Fische in der Umgebung von Gratz sollen sehr häufig von dieser „parasitischen Alge“ befallen worden sein, so dass der Fischmarkt stets frisches Material lieferte. Die von ihm unternommenen Impfversuche gelangen; er streifte mit einer Lanzette „einen Theil der Alge“ in die frische Wunde der Kaulquappen und „nach 48 Stunden hatte an allen Impflingen, die in einem besonderen Glase gehalten wurden, die Vegetation des Parasiten so überhand genommen, dass sie unterlagen“. In anderen Fällen hielt er geimpfte und ungeimpfte Kaulquappen in einem Gefäss, in das er Flocken des Pilzes brachte und das Resultat war, dass die ersteren zu Grunde gingen, die letzteren nicht. Unger hatte unzweifelhaft Saprolegnieen vor sich, nämlich Repräsentanten der Gattungen Achlya und Saprolegnia. Da er jedoch Oogonien nicht beobachtete, so bleibt es unentschieden, welche einzelnen Formen ihm vorlagen.

Aus den 50er und 60er Jahren verlautet, soviel mir bekannt, nur wenig über die Fischkrankheit. Erst in neuerer Zeit befassten sich viele Forscher mit dem fraglichen Gegenstande. Eine ganze Literatur rief eine Fischepidemie hervor, welche im Jahre 1877 in einem Flusse Schottlands zuerst ausbrach. Die Krankheit breitete sich in den Jahren 1877—1882 über eine grosse Anzahl von Flüssen Englands und Schottlands aus. Walpole sagt in den Einführungsworten zu einer Arbeit Huxley's[2]), die Krankheit wäre sporadisch viele Jahre früher aufgetreten und sei von Dr. Crosly 1852 gründlich untersucht worden.

---

1) Einiges zur Lebensgeschichte der Achlya prolifera Linnaea Bd. XVII (1843) p. 129.

2) Quart. journ. of micr. sc. Vol. XXII p. 311, und Nature Band XXV (1881/82) p. 437.

Huxley stellte bei seiner Untersuchung zunächst fest, dass die Körperbedeckung jede „evidence of external injury“, die man etwa vermuten könnte, fallen lässt. Die Krankheit schreitet sehr schnell fort und drei bis vier Tage seien genügend, zur Verbreitung des Pilzrasens über die ganze Körperoberfläche eines grossen Salmen. Der Pilz war nach Huxley Saprolegnia ferax, S. ferax var. monoica und eine nicht näher bestimmte Achlya. Die Pilze sind nach ihm die unmittelbare, primäre Ursache der Salmenerkrankung gewesen.

Mit dem Pilzmaterial Huxley's stellte G. Murray[1]) Infectionsversuche an. Es bildeten sich an den geimpften Stellen zunächst winzige, dann immer grösser werdende Flecken, die vier Tage nach der Impfung gewöhnlich grössere Dimensionen erreichten. Der Pilzrasen dehnt sich über die ganze Körperoberfläche aus. Gleichzeitig fangen die Fische an, Symptome der Aufregung zu zeigen, nach einiger Zeit bemerkt man eine Verlangsamung ihrer Bewegungen und 10 bis 14 Tage nach der Impfung sterben sie. — Eine Reihe anderer englischer Publikationen des gleichen Zeitraumes muss hier unerwähnt bleiben, um Wiederholungen unwesentlicher Momente zu vermeiden. Die Literatur findet sich zusammengestellt in den citirten Arbeiten Huxley's und Murray's.

Bei Anlass einer epidemischen Erkrankung der Karpfen einer grösseren Teichwirthschaft in Galizien lieferte Walentowicz[2]) eine werthvolle Untersuchung, der sich eine Bestimmung der Pilze und eine quantitative Analyse der im Wasser enthaltenen Stoffe anschloss. Ganz ähnliche Verunreinigungen durch industrielle Abfallstoffe, die s. Z. nach Angaben von Goeppert[3]) der Entwickelung des Leptomitus lacteus Vorschub leisteten, scheinen hier, wenn auch nicht unmittelbar, die Erkrankung der Fische herbeigeführt zu haben. Die Flocken dieses Pilzes breiteten sich nach Goeppert so reichlich aus, dass das Flussbett wie mit Schafvliessen austapezirt aussah und das Aufkommen thierischer Organismen hinderte, und schliesslich machte sich der Pilz auch den Einwohnern des Städtchens Polnisch-Weistritz in recht unangenehmer Weise bemerkbar, indem er die Wasserleitungen durch seine Rasen verstopfte und das Wasser ungeniessbar machte.

Auf ganz ähnliche Verunreinigungen wird vielleicht die von Walentowicz geschilderte Epidemie zurückzuführen sein. Die

---

1) Notes of the inoculation etc. Journ. of Botany Vol. 23 (1883).

2) Karpfenpest in Kaniow. Oesterreich. Vierteljahresschrift für wissenschaftl. Veterinärkunde Bd. LXIV (1883) p. 193.

3) Bot. Zeitung 1853 p. 165 u. ff.

betreffenden Teiche werden gespeist vom Flusse Bialka, der so stark vom Abfluss der Papier-, Tuch- und anderer Fabriken verunreinigt wurde, dass auf einer Strecke von einigen Kilometern unterhalb der Städte Bielitz-Biala „keine lebenden Wasserthiere in dem Bialkaflusse anzutreffen waren.“ Die Epidemie breitete sich sehr rasch aus und Hunderte von Fischen starben an derselben. Die Resultate der chemischen Analyse könnten wohl die Vermuthung aufkommen lassen, dass dieses Wasser den Pilzen schädlich war oder die Pilzvegetation begünstigte. Das Wasser reagirte alkalisch und entwickelte beim Kochen üble Dämpfe. Die Analyse ergab Anwesenheit von Ammoniak, Salpetersäure, salpetriger Säure und von organischen z. Th. schwer oxydirbaren Substanzen. — Die Pilze wurden von Raciborski[1]) bestimmt als Achlya Nowickii nov. spec. und Saprolegnia monoica. Infizirung gesunder Fische gelang nicht, hingegen war es möglich die Fische durch Bestreichen mit einer $^1/_{1000}$ Sublimatlösung von den Pilzen vollständig zu heilen. Die Abhandlung von Walentowicz zeichnet sich durch ihre Vielseitigkeit in vorteilhafter Weise von der Mehrzahl der anderen Schriften über Fischepidemien aus.

Es wurde Eingangs die Ansicht eines namhaften Botanikers erwähnt, nach welcher die Saprolegnieen nicht als die primäre Ursache der Erkrankung zu betrachten seien. Sollte man unter dem primären Eingriff in den Fischorganismus eine Bakterieninfektion verstehen, so dürfte dem eine andere Untersuchung vielleicht entgegenstehen, die wir nunmehr anführen müssen.

Im Jahre 1887 machte sich eine aussergewöhnliche Sterblichkeit der Hechte im Genfersee bemerkbar, und Blanc's[2]) Untersuchung ergab, dass die Fische, namentlich die jungen an den Kiemen eine für die Saprolegnieen leicht zugängliche Angriffsstelle besitzen, was ja mit den sonstigen Erfahrungen der Fischzüchter und meiner eigenen Beobachtung in Uebereinstimmung sich befindet. Die Rasen breiteten sich sehr schnell aus und töteten die Fische nach einiger Zeit. Nach Schnetzler's Bestimmung[3]), waren die Pilze Saprolegnia ferax und Achlya prolifera. Nach Blanc's Befunde war das Muskelfleisch und das Blut der kranken Fische völlig frei von Bakterien und er stellt fest, dass die grosse Sterblichkeit „n'a pas été causée par des microbes amenant un empoisonnement du sang; qu'elle n'a pas été causée par une altération d'un organe quelconque contenu dans la cavité du corps." Eine andere Ansicht vertrat V. Fatio in dem Anfangs erwähnten Werke über die schweizerischen Fische, der diese im Thuner- und Genfersee gleichzeitig aufgetretene Krankheit atmosphärischen Einflüssen zuschrieb, einem starken Winde, der die Weibchen zur Laichzeit an die Steine des Ufers schleuderte u. a. m. Dagegen sprechen die übereinstimmenden Resultate Blanc's, Schnetzler's und **Menguin's**[1]. Der zuletzt genannte Forscher führt die den französischen Fischern unter dem Namen „mousse" bekannte Erscheinung auf Achlya prolifera zurück.

---

[1]) Sitzungsber. d. Krakauer Akad. d. Wissensch. (1885.) Bd. XIV.

[2]) Notice sur une mortalité exceptionelle etc. Bull. Soc. vaud. sc. nat. Vol. XXIII (1887) p. 33.

[3]) Bull. soc. vaud. sc. nat. Vol. XXIII, Procès verbaux p. XXVI und Arch. sc. phys. et nat. Vol. XVIII p. 492.

In der Schweiz ist die Fischkrankheit äusserst häufig. Herr Prof. Ed. Fischer in Bern war so freundlich, mir einige kurze Notizen mitzutheilen. Sie betreffen nur die Stadt Bern und die nächste Umgebung. In Bümplitz bei Bern setzte Herr Dr. med. Burtscher im Februar 1894 ca. 1800 junge Seeforellen aus und als nach zwei Monaten zahlreicher Abgang durch Tod erfolgte untersuchte er die todten oder kranken Fische. Wie ich mich s. Z. überzeugte, war der Pilz ähnlich der Saprolegnia Thureti und der S. hypogyna. Es mangelte mir damals die Zeit für eine genauere Bestimmung.

Dr. Burtscher glaubt aus folgenden Gründen die Saprolegnieen als die primäre Ursache der Erkrankung ansehen zu müssen. Er nahm einige inficirte Fische aus dem Wasser, befreite dieselben mit „hydrophilem Verbandstoff" vom Pilzüberzug, wusch sie mit frischem Wasser aus und nachdem sie so bestmöglichst mechanisch gereinigt waren, tauchte er sie auf etwa fünf Sekunden in 1 $^0/_{00}$ Magnesiumsulfatlösung ein und setzte sie dann sofort wieder ins Wasser zurück. Die so behandelten Fische genasen ausnahmlos.

Von Bern wurde ferner ein gleiches Erkranken zahlreicher Gold- und Silberfische eines Weihers gemeldet. In den gleichen Weiher wurden 24 aus der Aar gefischte Nasen eingesetzt, von denen fünf unter gleichen Krankheitserscheinungen zu Grunde gingen. Ob sie Saprolegnieen mitbrachten oder nachträglich im Weiher angesteckt wurden, bleibt natürlich unentschieden.

Auch vom Bodensee verlautet Aehnliches; — auf Fischeiern, die mir gütigst von Herrn Rector Dr. Kellermann in Lindau zugesandt wurden, fand ich Species der Gattungen Achlya und Saprolegnia.

Verschiedene Fischer am Zürichersee beobachteten oft „filzige" Fische. Auch machten sich Saprolegnieen auf der Fischereiausstellung in Zürich 1894 in recht unangenehmer Weise bemerkbar. Das städtische Aquarium in Zürich musste in Folge Ueberhandnehmens derselben Pilze geschlossen werden.

---

[1] Eleveur Nr. 127; 5. Juni 1887.

Einige wenige Notizen aus Nord-Amerika weisen auf die allgemeine Verbreitung dieser Pilze auf Fischen. Gerard[1]) behandelt eine Fischkrankheit, die in Verbindung mit Saprolegnia ferax zu bringen ist, und in New-Jersey viele Opfer forderte. Im Weiteren hatte Humphrey[2]) einen Pilz als Achlya racemosa Hldb. var. stelligera Cornu bestimmt, der in der Fischzuchtanstalt von Northhampton Mass. Nordamerika unter Fischeiern grosse Verheerungen anrichtete, aber wie berichtet wird, die jungen Fische verschonte.

Eigene Beobachtungen und Versuche über den Parasitismus der Saprolegnieen.

Aus der vorstehenden Uebersicht ist zu entnehmen, über wie viele Fischspecies die Krankheit sich erstrecken kann. Es wurden genannt: Rochen, Weissfisch, Gründling (Heuerling), smallpike (?), Barsch, Squalius cephalus, Hecht, Teich- und Flusskarpfen, Salmo ferax, Weissling und andere Salmoniden, Gold- und Silberfische, Forellen und Seeforellen, Nasen, Schleien, Coregonusarten, Aeschen, — die ich hier so benenne, wie sie in den Angaben der verschiedenen Beobachter genannt werden. Die Saprolegnieen befallen auch andere Wasserthiere und deren Eier, unter denen namentlich Wassersalamander, Flusskrebse (diese bekanntlich epidemieartig), Frösche zu nennen sind, denen die Angabe Huxley's über die auf mehr oder weniger feuchter Unterlage lebenden Regenwürmer hinzugefügt werden mag.

Da die Beobachtungen zum Theil weit zurückreichen, so kann die Speciesbestimmung keine genaue sein — und in vielen Fällen ist über das Vorkommen dieser oder jener Form kein sicheres Urtheil zu fällen. Es werden folgende Saprolegnieen angeführt: Saprolegnia ferax, S. ferax var. monoica und eine unbestimmte Achlya (von Huxley), Saprolegnia ferax (von Gerard), Saprolegnia ferax und Achlya prolifera (von Blanc, Schnetzler, Mégnin), Saprolegnia monoica und Achlya Nowickii (von Raciborski), Achlya racemosa var. stelligera (von Humphrey). De Bary fand im Laufe seiner achtjährigen Culturen auf kranken, halbtodten oder todten Fischen und Flusskrebsen Saprolegnia hypogyna, S. monoica, S. mixta, Achlya polyandra, A. prolifera, A. stellata.

---

1) Proc. Soc. nat. Hist. Poughkeepsie 1878 p. 25 (citirt nach Humphrey).

2) American Philosoph. Soc. Nov. 18. 1892, p. 123-124. The Saprolegniaceae of the Un. States.

Es werden also sicher 17 Fischarten von den allerverschiedensten Saprolegnieenformen befallen, und dass sie an ihnen zu Grunde gehen, dürfte wohl kaum ein Zweifel bestehen. Das wiederholte Hervorheben der Saprolegnia ferax, also wohl zum Theil der heutigen S. Thureti, hat wahrscheinlich den Sinn, dass die Form antheridienlos war. Sicher bestimmt sind ausser den de Bary'schen Saprolegnieen nur wenige, so die Raciborski's und Humphrey's. Ebenso unbefriedigend war die Anlage der hie und da vorgenommenen Impfung, da ausser de Bary, der über seine Infectionsversuche fast gar nicht spricht, kaum die nöthigen Vorsichtsmaassregeln befolgt wurden.

Die Lösungen, welche zur Vertilgung der Pilzvegetationen benutzt wurden, waren Sublimat 1 : 1000, Magnesiumsulfat 1 : 100 und Alkohol. Nach mündlichen Mittheilungen finden auch Kochsalz und Kupfersulfatlösungen mit Erfolg Verwendung.

Durch Informationen, die ich bei Fischern und Fischhändlern einzog, durch solche, die mir aus Fischzuchtanstalten zukamen, ferner durch fleissigen Besuch des Fischmarktes und der Fischzuchtanstalt in Zürich kam ich bald zur Ueberzeugung, dass das Vorkommen der Saprolegnieen auf Fischen ein überaus häufiges ist und einen unberechenbaren Schaden nach sich zieht. Auf dem Fischmarkte fand ich regelmässig von ihnen befallene Fische, in der Fischzuchtanstalt regelmässig kranke junge Fische und Fischeier. Dabei war es gleichgiltig, ob das für den Behälter benutzte Wasser einem natürlichen Wasserlauf oder einer Leitung entnommen war. Es wird etwa die Meinung geäussert, die Fische werden durch Benutzung von reinem Quellwasser vor der Pilzinvasion geschützt. Dies trifft durchaus nicht zu. Diese Pilze sind nicht nur Bewohner der Niederung, sondern kommen auch an den höchsten Stellen eines Sammelbeckens vor. Ich fand dieselben in den rhätischen Alpen in Proben, die Orten von 2600 m H. ü. M. entnommen waren[1]), und nichts widerspricht der Annahme, dass sie in noch grösseren Höhen leben.

Es waren an den von mir untersuchten Fischen namentlich die schuppenlosen Stellen des Kopfes, in wenigen Fällen auch die Augen, befallen, bei der übergrossen Mehrzahl aber die Rücken- und Schwanzflossen; bei jungen Fischen schienen die Kiemen von der Infection bevorzugt zu sein. Manche Fische trugen, nebenbei gesagt, ganze Algenkolonien auf ihrem Kopfe, so dass er grün oder blaugrün aussah, je nachdem die Protococcaceen oder Cyanophyceen überwogen. — Ich fand Hechte, Elbeli (Coregonus), Seeforellen, Aeschen, Karpfen und Schleien zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenem Umfange erkrankt. Für die Anlage von Culturen nahm ich ein wenig vom Pilzrasen in ein sterilisirtes Fläschchen, untersuchte ihn und übertrug ihn dann auf Mehlwürmer. Im Pilzrasen der lebenden Fische fanden sich nicht ein einziges Mal Oogonien fertig ausgebildet vor, nur Sporangien und Conidien. Die Pilze gehörten den Gattungen Saprolegnia und Achlya an, und nur einmal fand sich Leptomitus lacteus vor. Der Fund des Leptomitus auf lebenden Fischen hat einige Bedeutung, weil der Pilz bislang nur in saprophytischer Vegetation beobachtet wurde und die Meinung vorherrscht, er könne nur in stark verunreinigten Gewässern, in denen keine Fische leben, aufkommen. Nur wenige Formen der Gattung Saprolegnia wurden näher studirt. Aus den zahlreichen anderen Proben entwickelten sich in dreimonatlicher Cultur nur wenige Oogonien besitzende Rasen.

---

[1]) Flora, Ergänzungsband 1894.

Meine weiteren Beobachtungen beschränkte ich ausschliesslich auf Fischeier, und das, was ich im Winter bis Frühjahr 1894/95 in der Züricher Fischzuchtanstalt sah, war geeignet, mich zu überraschen. In grosser Zahl waren dort Eier von Lachs, Elbeli, Forellen, Seeforellen und Karpfen befallen. Ich bemerke noch, dass die Behandlung der Fischeier meist eine sorgfältige war und die Infection von einer geringen Anzahl der Saprolegnieenkeime bewirkt werden musste, denn das benutzte Leitungswasser ist gut filtrirt und war nach meinen wiederholten Versuchen frei von Saprolegnieen.

Vereinzelte Eier waren milchig getrübt und es liessen sich an ihnen nicht selten ganz feine Pilzfäden bemerken. Andere lagen in Gruppen, so namentlich die in den Zuger Brutgläsern befindlichen in einer wolligen Masse eingebettet, aus der sie als hellere Punkte hervorschimmerten. Die wolligen Klumpen gingen mit der Strömung des Wassers auf und ab und verunreinigten, vertheilt, die übrigen noch nicht angesteckten Eier. Die auf Drahtnetzen vom Wasser umspülten und die unregelmässig neben den Brutgläsern liegenden Eier waren zu grossen, 1 bis 3 dcm Durchmesser besitzenden Fladen durch das Pilzgeflecht verbunden und liessen sich bei einiger Vorsicht durch Unterlegen der beiden Hände mit gespreizten Fingern bequem herausnehmen. Will man sich einen Begriff vom Aussehen eines solchen Kuchens bilden, der aus Saprolegnieenrasen und Fischeiern besteht, so braucht man nur die bekannten Nährsubstrate auf die Wasseroberfläche eines Glases zu legen, in dem Saprolegnieen sich befinden. Bald wird die Vegetation das ganze Nährmaterial umfassen und es zu einem einzigen zusammenhängenden Stück verkitten. Man kann dann kein einzelnes Stück herausnehmen, ohne das Ganze zu beschädigen.

Diesen Versuch stellte ich auch mit Fischeiern an. Es ist ziemlich leicht, einzelne befallene Fischeier, die lange Pilzhyphen besitzen, in der Weise auf die Wasseroberfläche eines grösseren Gefässes zu legen, dass sie nicht untersinken. Die nach allen Seiten ausstrahlenden Hyphen erhalten die Eier schwimmend auf dem Wässer. Nun legt man ein Ei um das andere so auf, dass es, von den Hyphen aufgefangen, hängen bleibt. Nach Maassgabe der Ausbreitung der Vegetation kann man den Fladen, neue Eier hinzufügend, beliebig vergrössern.

Das regelmässige Gelingen dieses Versuches sprach für die parasitische Lebensweise unserer Pilze. Die eigentlichen Infectionsversuche mit Fischeiern wurden in folgender Weise ausgeführt. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Eier auch im Laboratorium einige Zeit im entwickelungsfähigen Zustande verbleiben, d. h. an ihnen der Augenfleck zum Vorschein kommt, stellte ich sie auf ein Drahtnetz ins Wasser und setzte zu den gesunden ein Ei oder einige befallene Eier hinzu. Nach kurzer Zeit war der Fladen ausgebildet. Diese etwas primitive Art des Versuches gibt allerdings kein klares Bild von den Einzelheiten der Infection. Man sollte sie mit einer oder doch mit wenigen Zoosporen ausführen. Dies ist jedoch unthunlich, da auch die kleinsten mir zur Verfügung stehenden Eier (Coregonuseier) den Zoosporen gegenüber noch viel zu gross sind, um bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope beobachtet werden zu können. Einzelne Conidien, der Entleerung nahe Sporangien, infizirten die Fischeier gleichfalls; für diese Fälle benutzte ich einzelne Fischeier, um den Vorgang doch wenigstens mit der Lupe oder bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskope verfolgen zu können. Da auf den Objectträgern die Eier blossgelegt sind und so der Verwesung rasch anheimfallen, wurden diese Versuche in flachen Bechergläsern oder in Uhrschalen vorgenommen. Nach 12 Stunden war ein feiner Rasen sichtbar, nach 24 Stunden war das Ei allseitig vom Pilze umgeben. — Endlich gelingt es auch ohne Schwierigkeit, die flockigen Vegetationen der künstlichen Nährlösungen zu Infectionen der Fischeier zu verwenden. Bei der grossen Empfänglichkeit der Saprolegnieen für die Eingangs genannten Nährlösungen ist die Infectionstüchtigkeit dieser winzigen Vegetationen von nicht geringem Interesse.

Im Uebrigen verhielten sich bei der Infection die Saprolegnieen, die aus dem Pilzrasen der Fische isolirt wurden, völlig gleich denjenigen aus den gewöhnlichen Schlammproben erhaltenen. Es bleibt nur noch zu erwähnen, dass bei den Versuchen immer gekochtes Wasser benutzt und während der Ausführung des Versuchs fleissig gewechselt wurde, dass ferner bei der Manipulation mit Fischeiern im Zimmer eine niedrige Temperatur von grosser Wichtigkeit ist. Selbstverständlich wurden zu den Versuchen dem Aussehen nach gesunde Eier gebraucht; diese besitzen eine glatte, straff gespannte, glasige Membran und sind etwas transparent. Dass diese so ausgesuchten Eier schon vorher den Angriff der Bacterien zu erdulden hatten, ist unwahrscheinlich, wenn auch nicht unmöglich. Ich tingirte den auf Deckgläschen ausgebreiteten und eingetrockneten breiigen Inhalt der gesunden Fischeier mit den üblichen Farbstoffen, ohne Bacterien nachweisen zu können. Aus den milchigen, manchmal auch violett gefärbten Eiern entwickelten sich in der Regel Saprolegnieenrasen.

Es wurden auch einige durchaus nicht abgeschlossene Versuche unternommen, um ein Mittel zur Vertilgung der Saprolegnieen auf Fischen kennen zu lernen. Eine kurze Darstellung der Ergebnisse derselben findet sich in der citirten Mittheilung in der Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften p. 12—14 des S.-A.

Zürich, Juli 1895.

Figurenverzeichniss.

(Fig. 1—8 aus Culturen in Ameiseneierdecoct, Fig. 9—12 aus solchen in Bouillon und Knorpelleim.)

Fig. 1. Keimung einer Zoospore von Saprolegnia. Acht Stunden nach dem Einlegen derselben in die Nährlösung bildet sich am Ende des einzigen Keimschlauches ein Sporangium aus (650/1).

Fig. 2. Das Sporangium der vorigen Figur ist nach weiteren 4 Stunden ausgereift. Es enthält 5 Zoosporen (650/1).

Fig. 3. Vegetative Keimung einer Zoospore von Saprolegnia mit 4 Keimschläuchen, 12 Stunden nach der Aussaat (650/1).

Fig. 4 u. 5. Keimstadien von 2 Schlauchstücken einer Achlya, circa 12 Stunden nach Aussaat. Zu beachten ist das starre Aussehen derselben (150/1).

Fig. 6. Ein endständiges, durchwachsenes, entleertes Sporangium von Saprolegnia aus einer 48 Stunden alten Cultur (650/1).

Fig. 7. Ein seitenständiges, kugliges Sporangium von Saprolegnia, das, ohne eine Querwand ausgebildet zu haben, seine Sporen entleerte. Aus einer 48 Stunden alten Cultur (650/1).

Fig. 8. Ein seitenständiges, entleertes und durchwachsenes Sporangium von Saprolegnia aus einer 48 Stunden alten Cultur (650/1).

Fig. 9. Theilstück der in Fig. 10 gezeichneten Cultur mit den oft vorkommenden spiralig gewundenen Enden der Keimfäden circa (20/1).

Fig. 10. Keimung einer Conidie c von Saprolegnia. 24 Stunden altes Keimstadium (10/1).

Fig. 11. Ein Keimschlauch in seinem mittleren Theil. Die Figur ist ein Theilstück der Fig. 12. Am Schlauche selbst und an seinen zahlreichen Seitenästen bildeten sich 4 Conidien aus (650/1).

Fig. 12. Ein ähnliches Keimstadium wie in Fig. 10. In c die völlig leere Conidie. Es ist eine ca. 48 Stunden alte Conidiencultur einer Saprolegnia, in deren Mitte die leere Conidie sichtbar ist. 3 Sporangien sind entleert; zahlreiche längliche und kuglige Conidien und Sporangien. Viele Verzweigungen in der Nähe und in weiterer Entfernung der Conidie wurden nicht gezeichnet (650/1).

Zur Entwickelungsgeschichte der Frucht von Taraxacum officinale Web. Ein Beitrag zur Embryologie der Compositen.

Von

Siegfried Schwere.

(Hierzu Tafel II—V.)

I. Ueber den heutigen Stand der embryologischen Frage.

Bevor ich zu den Resultaten meiner eigenen Untersuchungen übergehe, möge es mir gestattet sein, an Hand der mir zugänglich gewordenen Litteratur in möglicht gedrängter Uebersicht ein Bild zu entwerfen über unsere gegenwärtigen Kenntnisse im embryologischen Entwickelungsgang angiospermer Pflanzen, namentlich der Dicotyledonen.

Schon gegen die Mitte dieses Jahrhunderts haben hervorragende Botaniker, unter denen Schleiden, Tulasne,[1] Schacht[2] und besonders Hofmeister[3] zu nennen sind, sich die Aufgabe gestellt, den Keim werdender Pflanzen innerhalb der Samenanlage nach Entstehung und Wachsthum zu beobachten.

Während jedoch die Arbeiten genannter Forscher nur als zusammenhangslose Fragmente erscheinen, aus welchen ein einheitliches Bild der Embryoentwickelung nicht zu gewinnen war, hat im Jahre 1870 Hanstein[4]) in Bonn zum erstenmal durch seine Darstellung der Entwickelung des Keimes von Capsella und Alisma und mit diesen verwandten Gattungen grundlegende Arbeiten geliefert.

Wenn auch die von Hanstein ausgesprochenen Sätze betreffs eines sowohl den Dicotylen als den Monocotylen zu Grunde liegenden

---

[1] Tulasne, Nouvelles études d'embryogénie végétale. Ann. d. sc. nat. T. IV.

[2] Schacht, Entwickelungsgeschichte des Pflanzenembryo. Amsterdam 1850.

[3] Hofmeister, Die Entstehung des Embryo der Phanerogamen. Leipzig 1849.

[4] Hanstein, Die Entwickelung des Keimes der Monocotylen und Dicotylen. Bot. Abhdlgn. aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie. 1. Bd., 1. Heft, Bonn 1870.

Entwickelungsgesetzes nur noch für ganz specielle Gruppen Geltung haben und man nach neueren Untersuchungen von Fleischer,[1]) Hegelmaier[2]) und Andern bei weitem nicht mehr von einem Schema sprechen darf, so bleibt Hanstein doch das grosse Verdienst, zu diesem wichtigen Zweig botanischer Forschung ernstlich angeregt zu haben.

Beide oben genannten Forscher (Fleischer und Hegelmaier) stimmen unter anderm darin überein, dass noch ein weit umfangreicheres Material zu beschaffen sei, um den Pflanzenembryologen zu berechtigen, in den Entwicklungsreihen der beiden grossen Abtheilungen angiospermer Gewächse gewisse, allgemein geltende Gesetze auszusprechen, sofern dies überhaupt möglich sein sollte, und daraus eventuell der Systematik neue Hülfsmittel in die Hand zu geben.

Hanstein fasst die Entwickelungsgeschichte des Embryos in 3 Phasen zusammen:

1. Bildung einer Zellkugel ohne äussere Differenzirung;
2. Anlage der Cotyledonen;
3. Vergrösserung des Embryos.

Da nun nach Fleischer viele Dicotyledonen in ihrer Differenzirung weiter gehen (wie z. B. Helianthus, dann auch Phaseolus, Vicia Faba), so reiht er, um der Allgemeinheit näher zu kommen, hinzu:

4. Anlage resp. Weiterentwickelung der Vegetationsspitze, Entstehung der ersten Laubblätter, Ausscheidung von hypocotylem Glied und Wurzel, sowie beginnende Anlage des Fibrovasalsystems.

Die Bildung einer Zellkugel nimmt nach Hanstein ihren Anfang aus der End- oder Keimzelle des für die Phanerogamen charakteristischen, bald mehr, bald weniger zelligen Keimträgers oder Vorkeimes, der seinerseits seine Entstehung der Teilung der befruchteten Eizelle verdankt.

Nachdem jene Zelle kugelig angeschwollen, theilt sie sich durch eine meridiane und eine darauf folgende äquatoriale Scheidewand, worauf durch perikline Wände in den vier entstandenen Zellen gleichzeitig zur Abtrennung der embryonalen Epidermis, des Dermatogens, geschritten wird. Durch eine inzwischen gebildete zweite, zur ersten

---

1) Fleischer E., Beiträge zur Embryologie der Monocotylen und Dicotylen. Flora 1874, Nr. 24—28, pag. 369 u. ff.

2) Hegelmaier F., Entwickelung dicotyledoner Keime mit Berücksichtigung der pseudomonocotyledonen. Stuttgart 1878.

senkrechte, longitudinale Wand wird die bestehende Zellkugel in Octanten gegliedert, bestehend aus einer differenten Ober- und Unterhälfte.

Unterdessen sind auch bereits Veränderungen in der letzten Vorkeimzelle eingetreten. Dieselbe hat sich durch eine Querwand in eine innere und eine äussere[1] Tochterzelle getrennt, welch' letztere zum Vorkeim geschlagen wird, während die innere bei Capsella (und nach Fleischer auch bei Helianthus) sich nochmals in zwei Tochterzellen quer theilt, von denen die äussere Dermatogenzelle wird, die innere dagegen zur Schlussgruppe der Wurzelgewebe sich differenzirt.

Nach Hegelmaier[2]) ist die erste Theilung der letzten Vorkeimzelle oder Anschlusszelle in der Grosszahl der Fälle eine senkrechte (z. B. Ranunkeln), die sich nachträglich in rechtwinkelig gekreuzter Richtung wiederholt, um erst nachher eine Quertheilung zu erfahren. Diejenigen Vorkommnisse, wo die erste Theilung horizontal erfolgt, sind als Ausnahmen zu betrachten.[3])

Im Gegensatz zu Hanstein's Darstellungen über den Ursprung des Keimes, die eben nur für die Objecte Geltung haben, die er speciell untersucht, stehen nun einige Beobachtungen Hegelmaier's, die von jenen nicht unwesentlich abweichen. So geht der Embryo bei der Fumariacee Hypecoum und den Papaveraceen Chelidonium majus, Eschscholtzia crocea aus drei, bei Glaucium luteum sogar aus 4—5 Segmenten des Vorkeimes hervor. In den Fällen, wo die drei Endzellen des Trägers in der Bildung des Keimes aufgehen, sind die beiden ersteren der in Ober- und Unterhälfte getheilten Endzelle von Capsella, die dritte dagegen der Hypophyse zu vergleichen.

Der Aufbau aus zwei Zellen war nach Hanstein für die Dicotylen, der aus 3 bis mehr für die Monocotylen typisch, während man nach Hegelmaier heutzutage den ersten Fall als maassgebend für die Dicotyledonen annimmt, den zweiten dagegen als Ausnahme zu betrachten gewohnt ist. Als eine Art Mittelstellung in den beiden Verhalten könnte man dann jene Fälle betrachten, wo die kugelig angeschwollene Endzelle zuerst eine äquatoriale Theilung erfährt, wie es für die bis jetzt untersuchten Compositen zutrifft.

Die Monocotylen betreffend, mag hier als bemerkenswerth erwähnt werden, dass Fleischer an Ornithogalum nutans, sowohl im

---

[1]) *Die Bezeichnungen „äussere“ und „innere“* Zelle sind den gleichbedeutenden Ausdrücken untere und obere entschieden vorzuziehen.

[2]) pag. 23.

[3]) Vergl. bei Fleischer, Anschlusszelle *von* Ornithogalum.

Verhalten des Keimes wie der Anschlusszelle innerhalb der bis jetzt geschilderten Entwickelungsphasen eine überraschende Uebereinstimmung constatirt hat, wie denn auch bereits schon Schacht und Tulasne von derselben Pflanze bezügliche Abbildungen lieferten.

Als weitere Uebereinstimmung mit den Dicotyledonen zeichnet Hofmeister auch bei Hemerocallis lutea Quadrantentheilung und die in den Keim hineinragende Anschlusszelle.

Was nun die auf das Octantenstadium folgende Differenzirung betrifft, nennt Fleischer die Art der Zelltheilung bei Dicotylen eine Familienwirthschaft und stellt dieselbe dem Genossenschaftswesen Hanstein's gegenüber, das für die Monocotylen geltend gemacht wird. — Der Charakter des ersteren Verhaltens äussert sich darin, dass jeder neu entstandenen Zelle sowohl im embryonalen wie im späteren Organismus ihre bestimmte Aufgabe zugewiesen ist. Am klarsten folgt diesem Princip Capsella und andere Dicotylen Hanstein's, sowie auch Helianthus. Das zweite Verhalten zeigt dagegen die Tendenz, vorerst eine erhebliche Zahl indifferenter Zellen entstehen zu lassen und erst später in diesem gebildeten Baumaterial gewisse Gruppen von Zellen zu speciellen Gewebeformen auszuscheiden und damit eine ausgesprochene Arbeitstheilung durchzuführen.

Doch fehlt es auch hier nicht an Uebergängen und Mittelformen. So entwickelt sich nach genanntem Verfasser die cotyle Hälfte mit Ausnahme des Dermatogens bei allen Dicotylen nach dem Genossenschaftsprincip, der hypocotyle Theil von Hanstein's Alisma dagegen nach dem Plan der Familienwirthschaft.

Während nun nach Hanstein in der unteren, hypocotylen Hälfte des achtzelligen Keimes die vier innerhalb des Dermatogens liegenden Zellen, Binnenzellen, sich in ein äusseres Periblem und ein inneres Plerom sondern, zeigt sich in der cotylen Hälfte eine weniger regelmässige Theilungsfolge, so dass es hier nicht zur Aussonderung von speciellen Zellgruppen kommt. Diese Etage verliert bis zur Anlage der Cotyledonen den Charakter eines einfachen meristematischen Gewebes nicht und zeigt zudem die Tendenz, gegenüber der unteren zurückzubleiben. Die Zellen des Dermatogens vermehren sich unter fortgesetztem Entstehen antikliner Membranen, während die vier centralen Zellen der Pleromanlage durch longitudinale Wände sich theilen und durch Wiederholung dieser Theilungen zu einem centralen Zellbündel werden. Doch ist nach Hegelmaier die Entstehung desselben grossen Schwankungen unterworfen und differenzirt sich mancherorts erst aus einem bald einfacheren, bald zusammengesetzteren Meristem heraus (Genossenschaftswesen). Mit der Zellvermehrung in diesen beiden embryonalen Geweben hat auch das dazwischen liegende Periblem Schritt gehalten.

Die Bildung der Cotyledonen wird im Allgemeinen durch Abflachung des Scheitels des bis jetzt kugelförmigen Keimes eingeleitet, der nach Hervortreten der beiden Cotyledonen tief herzförmig wird. — Durch ein gegentheiliges Verhalten, eine Hervorwölbung des Keimscheitels, sollen sich wieder Hypecoum, Chelidonium, Glaucium u. a. auszeichnen. Was die Orientirung betrifft, ist Hegelmaier bei mehreren untersuchten Fällen überzeugt, dass die Medianebene der Cotyledonen die ursprünglich longitudinale Scheidewand des Keimes kreuzt. Das Wachsthum der Cotyledonen ist an eine Zellvermehrung geknüpft, die für typisch phanerogame Blätter charakteristisch ist und demnach streng schichtenweise Anordnung zeigt. Eine weitere Differenzirung findet in diesem cotyledonaren Meristem für gewöhnlich nicht statt.

Das Schicksal der Anschlusszelle für Capsella ist mit dem Stadium verlassen worden, wo dieselbe bereits eine zweimalige Quertheilung erfahren hatte. Die Nachkommenschaft der inneren Enkelzelle ist als Initialgewebe des Periblems, die Descendenz der äusseren dagegen als solches des Dermatogens und der Wurzelhaube erkannt worden. Letztere entsteht nämlich dadurch, dass in den Derivaten der genannten äusseren Enkelzelle selbst wieder eine Spaltung in eine erste Haubenschicht und ein darunter liegendes Dermatogen eintritt. Wiederholte tangentiale Theilungen dieser Haube setzen sich seitlich über das Gebiet der Hypophyse hinaus auf die angrenzenden Dermatogenzellen des Keimes fort. Die unter dieser Haube liegenden Dermatogenschichten behalten die Fähigkeit der Theilung und constituiren sich auf diese Weise zu einem Calyptrodermatogen. Man bezeichnet dieses Verhalten der embryonalen Wurzel wohl auch als Helianthustypus.

Trotzdem, wie schon bemerkt, dieses Verhalten der Anschlusszelle nach Hegelmaier Ausnahme, die Anfangs senkrechte Theilung dagegen Regel ist, scheint nach diesem Forscher, beispielsweise für die Ranunkeln, die Betheiligung der Hypophyse analoge Resultate aufzuweisen.

Da mannigfache äussere Verhältnisse die Entwickelung der späteren Wurzel beeinflussen, so können sich diesen angepasste Veränderungen schon sehr früh auf die Nachkommen einer Species übertragen; aus diesem Grunde lässt es sich begreifen, dass gerade in der Ausbildung der embryonalen Wurzel so viele Differenzen zwischen systematisch sonst nahestehenden Formen in Erscheinung treten. Angesichts dieser begreiflichen Abweichungen hat man also nicht etwa die geringste Veranlassung, an dem biogenetischen Grundgesetz, wonach die ontogenetische Entwickelung eine recapitulirende Phylogenesis ist, zu zweifeln.[1])

Eine weitergehende Entwickelung hat Hanstein und mit ihm andere Forscher an Dicotylen nicht constatirt. Wie bereits Eingangs bemerkt, hat Fleischer den Entwickelungsgang des Embryos um ein viertes Stadium vermehrt. Darauf zurückkommend, recapitulire ich kurz die Angaben dieses Autors über Helianthus. Darnach differenziren sich die inneren Zellen des Pleroms durch Ausdehnung in die Breite zu einem Markparenchym, während die äusseren durch Längstheilung die Bildung eines Procambiums, die äussersten die eines Pericambiums einleiten. Durch Dehnung und Vermehrung der Markparenchymzellen im oberen, durch Constanz derselben im unteren Bezirk wird ein hypocotyles Glied von der Radicula gesondert. Nach Fleischer entwickelt sich dann das Procambium im ersteren zu sechs, in letzterer zu vier Strängen, als Anlagen der Fibrovasalelemente. Aus den letzteren entsteht Xylem, während der Keimung alsdann zwischen demselben vier Phloëmstreifen.

Von den sechs procambialen Streifen des Hypocotyls biegen je zwei in die Cotyledonen aus, beiderseits in deren Mediane verlaufend. Die beiden mittleren spalten sich unterhalb des Ursprungs der Keimblätter, und von diesen vier Theilsträngen treten je zwei verschiedener Herkunft, stark nach Aussen sich wendend, ebenfalls in die Cotyledonen ein.

Was diese sechs procambyalen Streifen im Hypocotyl betrifft, ist es mir nicht gerade darum zu thun, Fleischer's Angaben anzufechten, nur möchte ich vermuthen, es dürfte sich dabei doch ähnlich verhalten, wie bei den von Dodel[2]) untersuchten Phaseolusarten und citire ich aus der Arbeit dieses Autors folgende Stelle:

„In den Cotyledonen geht ein Paar Stränge, die längs der Verticalen, welche parallel zur Längsaxe des Stengels durch die Ansatzstelle des betreffenden Cotyledons geht, sich durch das ganze hypocotyle Glied hinziehen. Wir nennen sie das Medianstrangpaar des Cotyledons. Mit diesen opponirten Medianstrangpaaren alterniren zwei andere Paare von Strängen, die im ganzen hypocotylen Stengel sich ähnlich verhalten, wie die ersteren. Je die zwei Stränge eines dieser Paare bleiben sich vom Basaltheil des Stengels an bis in die Nähe der Cotyledonen genähert; beim Abgang der letzteren geht jedoch der eine Strang in den einen Cotyledon, während der andere Strang in den anderen Cotyledon ausbiegt. Es erhält demnach jeder Cotyledon vier Vasalstränge, nämlich ein Paar Medianstränge und zwei Lateralstränge, deren einer dem einen, der andere dagegen dem anderen Lateralstrangpaare angehört."

---

[1]) Hegelmaier, p. 191 u. ff.

[2]) Dodel A., Der Uebergang des Dicotyledonenstengels in die Pfahlwurzel. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. Bd. VIII 1869.

Am Vegetationspunkt treten einander opponirte und mit den Cotyledonen alternirende Höcker auf, zunächst ein Paar, nachher ein zweites in decussirter Stellung; es sind die ersten Laubblätter.

Damit schliesst auch Helianthus seine vor die Keimung fallende Entwickelung ab.

Inwieweit die in den nachfolgenden Kapiteln niedergelegten Resultate der Untersuchung bei Taraxacum officinale, einem Repräsentanten der grössten Pflanzenfamilie, mit den anderwärts gewonnenen Ergebnissen aus der Keimesgeschichte angiospermer Pflanzen übereinstimmen, resp. von denselben abweichen, das wird aus der folgenden Darstellung meiner Ergebnisse ersichtlich sein.[1]

II. Der Embryosack, Befruchtung und Ausbildung des Embryos.

So typisch die in der Einzahl vorkommende Samenanlage für die Compositen auch ist, möchte ich hier doch auf einen merkwürdigen Fall hinweisen, wie er für Taraxacum gar nicht so selten zu sein scheint, dass nämlich in einem Fruchtknoten oft zwei Samenanlagen zur Ausbildung kommen. Obwohl sie sich meist durch ihre Grösse unterscheiden, sind sie im Uebrigen oft ganz normal entwickelt. Ich habe allerdings auch Fälle beobachtet, wo die eine vollkommen rudimentär geblieben ist. Dagegen zeigt Fig. 24 ein Beispiel, wo in beiden bereits Befruchtung stattgefunden hat. Trotzdem dürfte man aber wohl annehmen, dass die eine in der Folge zu Grunde geht; wenigstens ist mir kein Fall unter die Augen gekommen, wo eine Frucht zwei entwickelte Samen enthielt.

---

[1] Erst während der Drucklegung vorliegender Arbeit ist mir die Abhandlg. von Sachs zu Gesicht gekommen: „Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen" in Arb. des bot. Inst. Würzburg Bd. II. 1882. — Verf. betrachtet darin auch die ersten Zelltheilungen im pflanzl. Embryo von einem allgemeinem Gesichtspunkt aus. Ich muss es den Lesern überlassen, zu entscheiden, inwieweit die Resultate meiner Untersuchungen sich mit den Sachs'schen Angaben decken.

Des Weitern habe ich in einem Falle in einer Samenanlage zwei wohl ausgebildete Embryosäcke entwickelt gefunden, jeder mit einem normalen gesunden Embryo in einem Stadium, wo eben die Anlage der Cotyledonen vorbereitet wird.[1] Phylogenetisch betrachtet, haben wir es hier mit einem Makrosporangium mit zwei Makrosporen zu thun. Wenn ich bezüglich der Zahl der Samenanlagen die Frage offen lasse, ob ein Rückschlag auf frühere Zustände oder vielleicht ein Fortschritt im Entwickelungsgang der Compositen vorliege, so kann es dagegen kaum einem Zweifel unterliegen, dass das letztere Vorkommniss eine atavistische Erscheinung ist, eine Illustration zu Hofmeister's geistreichen Arbeiten über den genetischen Zusammenhang zwischen Phanerogamen und Cryptogamen.

Die mit einem Integument versehene Samenanlage ist anatrop und enthält im Nucellus einen in die Länge gezogenen, in der Mitte erweiterten, nach unten in einen schnabelförmigen Fortsatz sich verschmälernden Embryosack. In jungen Zuständen wird derselbe gegen die Chalaza hin überlagert von einer grössern Anzahl von Zellschichten des Nucellus, die sich seitlich jedoch bedeutend, am meisten aber gegen die Mikropyle vermindern. Nach aussen gehen dieselben allmählich in die stark abgeplatteten, undeutlichen, innern Zellen des Integuments über.

Eine sehr charakteristische Ausbildung erfährt die unmittelbar an den Keimsack grenzende Schicht des Kerngewebes. Sie besteht aus cubischen, eng zusammenschliessenden Zellen von dichtem und sehr stark tingirbarem Inhalt, so dass sie nach Behandlung mit Hämatoxylin tiefdunkel erscheinen. Diese Zelllage ist ohne Zweifel identisch mit der analog ausgebildeten inneren Integumentschicht, die Hegelmaier[2]) bei Helianthus erwähnt und sie dort Endodermis[3]) nennt.

---

[1] Gestützt auf diese Thatsache muss ich Schimper's Behauptung in Strasburger's Lehrbuch der Botanik, p. 392, theilweise in Abrede stellen, wo er sagt: „Polyembryonie zeigt sich niemals in Samenanlagen mit mehreren Embryosäcken, da nur einer derselben vollkommene Ausbildung erfährt". Ich sage theilweise, weil sich wohl annehmen lässt, dass in der Folge der eine der beiden Embryosäcke mit seinem Keim zu Grunde geht.

[2] Hegelmaier F., Ueber den Keimsack einiger Compositen und dessen Umhüllung. Bot. Ztg. 1889 Nr. 50 p. 805 u. ff.

[3] Ich kann Hegelmaier nicht recht verstehen, wenn er p. 837 in einer Anmerkung sagt: „. . . theils wurde die hier besprochene als Kernhaut bezeichnete Zellenlage irrthümlicherweise zum Nucellus gerechnet". Denn bei Taraxacum gehört diese Schicht thatsächlich zum Nucellus. Sofern die Worte sich speciell auf Helianthus beziehen, mögen sie ihre Berechtigung haben.

Nach ihm findet sie sich vornehmlich bei Samenknospen mit einzigem, dickem Integument und wo der Nucellus schon vor der Befruchtungsreife verschwindet. Der doppelte Zweck, den Hegelmaier dieser Zellschicht vindicirt: Schutz für das entstehende Endosperm einerseits und gegen die schädlichen Auflösungsprodukte der Integumentzellen anderseits, ist eine subjective Ansicht, die durch keine Thatsachen gestützt ist. Es lässt sich, da etwaige störende mechanische Einflüsse ja nicht ins Spiel kommen, nicht einsehen, inwiefern das Endosperm dieses Schutzes bedürftig wäre; sodann ist doch wohl zu beachten, dass die Zelle (in unserm Fall der Embryosack) für sich allein von Haus aus mit der Fähigkeit ausgerüstet ist, schädliche Stoffe von ihrem lebenden Plasmaleib fern zu halten. Es wird rathsam sein, von der Rolle einer quasi Schutzscheide hier abzusehen und damit auch den Namen Endodermis fallen zu lassen. Trotzdem man sich über die Bedeutung dieser eigenthümlichen Schicht bislang nur in Vermuthungen ergehen konnte, ist die Ansicht nicht ganz verwerflich, dass man diesen Zellen eine ernährungsphysiologische Rolle zuschreiben muss. Was ihre örtliche Anordnung betrifft, ist eine Uebereinstimmung mit den thierischen Endothelzellen nicht zu verkennen, und schon aus diesem Grunde möchte es seine Berechtigung haben, dieser Zellschicht passender den Namen Endothel beizulegen.[1] Ueber das spätere Schicksal dieser Zellen vergleiche man das Kapitel über das Integument.

Die Beurtheilung der Inhalte des Keimsacks ist nur auf guten Medianschnitten möglich; andernfalls wird die Untersuchung wegen der störenden Endothelzellen sehr erschwert, wenn nicht geradezu verunmöglicht. Unter günstigen Verhältnissen beobachtet man im Plasmakörper des Keimsacks vor der Befruchtung am Scheitel drei primordiale Zellen, deren gegenseitige Lage man nach der Anordnung ihrer Kerne beurtheilen kann.

Durch besondere Grösse zeichnet sich die Eizelle aus, die weit in den Embryosack vorragt und gewöhnlich mit ihrem Scheitel, an dem das Plasma besonders dicht ist, die Mitte des erweiterten Keimsackes erreicht. Ihre Contouren lassen sich immer leicht erkennen. Der Kern, welcher an Grösse nur wenig hinter dem primären Endospermkern zurücksteht, findet sich stets scheitelwärts. In seiner Nähe liegt der Endospermkern und so kommt es, dass diese in Stadien vor und eine Zeit lang nach der Befruchtung beharrlich dasselbe Bild zeigen. Beide Kerne zeichnen sich aus durch die bedeutende, ganz ungewohnte Grösse ihrer Kernkörperchen, die sich besonders intensiv tingiren. Stets enthalten letztere stark lichtbrechende Einschlüsse, über deren Wesen und Zusammensetzung mir nichts bekannt ist. Sowohl der Zahl als der Grösse und Form nach sind letztere verschieden, jedoch immer nur im Endospermkern zahlreicher. Während man nämlich in diesem bald nur einen grossen, bald nur eine Anzahl kleinerer oder dann beides zusammen (die kleinern um den grossen gruppirt) antrifft (Fig. 1 und 2), so enthält der Eikern gewöhnlich nicht über vier solcher kleinerer Einschlüsse. Eine auffallende Eigenthümlichkeit dieser Kerne besteht in dem so wenig tingirbaren Kerngerüst, so dass dasselbe eher den Eindruck eines um den Nucleus angeordneten Hofes macht.

---

[1] Goebel hat schon früher (vergl. Entwickelungsgeschichte 1882 p. 407) auf diese Zellschicht aufmerksam gemacht und sie als „epithelähnlich“ bezeichnet.

Die Synergiden sind stets weit nach dem Scheitel des Keimsacks verlagert, ihre Umrisse jedoch viel weniger ausgeprägt, als dies bei der Eizelle der Fall ist; es lässt sich höchstens mit einiger Sicherheit angeben, dass sie scheitelwärts sich verschmälern. Die Fig. 1 und 2 zeigen demnach auch nur ihre wahrscheinlichen Umgrenzungen und sind insoweit etwas schematisirt. Ihre gegenseitige Lage ist in den meisten Fällen die von Fig. 1, bald auf gleicher Höhe, bald die eine etwas mehr in den Keimsack hinunterragend. Doch ist bisweilen ihre Anordnung auch derart, dass die Verbindungslinie der beiden Kerne mit der Mittellinie des Embryosacks zusammenfällt, wie Fig. 2 es veranschaulicht. Die Kerne der Synergiden zeigen, abgesehen von ihrer bedeutend geringeren Grösse, im übrigen dieselbe Beschaffenheit, wie sie für Keim- und Endospermkern beschrieben worden ist; auch sie enthalten kleine runde Einschlüsse. Eine Verschiedenheit in der Grösse der Synergiden, wie sie Hegelmaier für einige Compositen namhaft macht, ist der bereits erwähnten undeutlichen Contouren wegen nicht mit Sicherheit zu erschliessen. Hervorzuheben ist, dass sie sich ausnehmend lang erhalten; so zeigt Fig. 20 die eine von ihnen in einem Stadium, wo bereits die primäre Endospermschicht angelegt ist, zu einem langen Sack angeschwollen; aus der schaumigen Structur des Plasmas lässt sich jedoch ihre beginnende Degeneration deutlich erkennen. Ein anologes Verhalten erwähnt Tulasne bei Calendula.

Die Antipoden liegen in dem dem Scheitel gegenüberliegenden, bedeutend verengerten Ende des Embryosackes. Ich betone hier besonders, dass es schwer ist, Präparate zu erhalten, bei denen man sich mit Sicherheit über Zahl, Grösse und Anordnung der Antipoden orientiren kann. Es gelingt dies nur, sofern der zapfenförmig verengerte Theil des Sackes in der Längsrichtung tangential derart angeschnitten wird, dass die immer störenden Endothelzellen sorgfältig entfernt werden. Ich habe mich tagelang bemüht, mir Klarheit zu verschaffen über diesen Punkt und ich musste es einem Zufall verdanken, als ich meinen Zweck erreicht hatte. Das betreffende Bild ist in Fig. 7 dargestellt. Nachher liessen sich auch noch andere Präparate erhalten, aus denen auch mit mehr oder weniger entschiedener Unzweideutigkeit der richtige Sachverhalt erschlossen werden konnte. Aus den beigegebenen Abbildungen 1—3, sowie 5, 7 und 11 ergibt sich, dass die Antipoden sowohl in Grösse als Gestalt und Anordnung sich keiner bestimmten Regel unterordnen. Bald sind sie rundlich, bald länglich; hier sind sie in einer Reihe angeordnet, dort, wenigstens die beiden untern, nebeneinander gelagert. Das dagegen dürfte sicher sein, dass sie selbständige Zellen sind und in ihrer Zahl eine Constanz aufweisen. Ich bin daher genöthigt, entschieden die Angaben Hegelmaier's anzuzweifeln, wenn er sagt, dass bei gewissen Cichorieen die Antipodengruppe ein parenchymatöses Gewebe von mehreren Zellen darstelle und dass bei Taraxacum dens Leonis, worunter er ohne Zweifel T. officinale versteht, in mehreren beobachteten Fällen die Antipoden in Vier- und Fünfzahl in einer Längsreihe auftreten. Ich vermuthe, dass Hegelmaier den Irrthum begangen, Antipoden mit Endothelzellen zu verwechseln oder wenigstens solche mit ersteren zusammen zu werfen. Auch seine Theorie[1]) von der Entstehung der Antipoden und Keimsackzellen möchte ich nicht unterschreiben, sondern vielmehr nach Strasburger's[2]) Arbeiten annehmen, dass die Embryosackinhalte das Resultat freier Kerntheilung sind. Mangels an geeignetem Material war es mir allerdings nicht möglich, die vorliegende Arbeit auch nach dieser Richtung zu einem authentischen Abschluss zu bringen. Es ist zu vermuthen, dass der ganze Process dieser Freizellbildung in sehr kurzer Zeit sich abspielt und zwar in ganz frühen Stadien, denn an Objecten, die lange vor der Anthese fixirt wurden, habe ich immer den bereits fertigen Eiapparat angetroffen. Die Lebensdauer der Antipoden dürfte nicht geringer sein als die der Synergiden, da ich in Schnitten mit kugelförmigen, ziemlich vielzelligen Embryonen dieselben noch nicht alterirt gefunden habe.

---

1) l. p. 824.

2) Strasburger, Ueber Befruchtung und Zelltheilung.

Nach der Befruchtung schwillt die Eizelle sehr stark an und wird kugelförmig; zudem umgibt sie sich mit einer leicht erkennbaren Membran, so dass sie von jetzt an gewöhnlich scharf contourirt erscheint (Fig. 3) und sich in Folge dessen vom übrigen Plasmakörper des Embryosacks deutlich abhebt; der Eikern erscheint scharf begrenzt. Es sind dies Kennzeichen, an denen man die erfolgte Befruchtung leicht constatiren kann. Ich habe lange umsonst nach einem Stadium gesucht, das die Vereinigung von Sperma- und Eikern zeigte; es gehört wohl zu den glücklichsten Zufällen, solche Schnitte zu erhalten, weil der Uebertritt des generativen Kerns aus dem Pollenschlauch zum Eikern auch hier wie anderwärts rasch erfolgt. In manchen Fällen lässt sich noch in befruchteten Embryosäcken das Ende des keulig erweiterten Pollenschlauches erkennen (Fig. 4). Mit der Befruchtung ist auch eine namhafte Vergrössernng des Embryosacks verbunden, so dass er jetzt mehr oval erscheint.

Als besonders bemerkenswerth erwähne ich an dieser Stelle einen unzweifelhaften Fall von Synergidenbefruchtung, wie er in Fig. 4 dargestellt ist. Die anfängliche Vermuthung, man habe es hier einfach mit einer getheilten Eizelle zu thun, erwies sich bei der Vergleichung der Verhältnisse mit zahlreichen Fällen der letztern Art als falsch; ausserdem zeigt der Verlauf der in Fig. 4 links unten eingezeichneten Membranen m_1 und m_2 von Eizelle und Synergide, dass hier thatsächlich zwei befruchtete Zellen des Embryosackinhaltes vorliegen. Auch um die schon erwähnte abnorme Anschwellung einer Synergide kann es sich nicht handeln, weil eine solche nur den gewöhnlichen kleinen Kern besitzt, zudem viel später auftritt und überhaupt einen ganz andern Aspect gewährt.

Ich thue dieser Thatsache hier um so eher Erwähnung, als es meines Wissens der erste Fall ist, wo Synergidenbefruchtung bei den Dicotyledonen beobachtet wurde. Dagegen haben im gleichen Laboratorium schon vorher Prof. Dodel an Iris sibirica¹) und kurz darauf Dr. Overton an Lilium Martagon²) unzweideutige Fälle von befruchteten Synergiden bei Monocotylen constatirt. Ich vermuthe, dass Befruchtung von Synergiden auch bei Dicotylen gerade nicht zu den grössten Seltenheiten gehört und dass solche Vorkomm-

---

1) A. Dodel, Biologischer Atlas der Botanik, Serie Iris sibirica, Taf. VI Fig. 15 u. 16.

2) E. Overton, Beitrag zur Kenntniss der Entwickelung und Vereinigung der Geschlechtsprodukte bei Lilium Martagon. Festschrift zur Feier des 50jähr. Doctorjubiläums der Prof. K. W. v. Nägeli und A. v. Kölliker. 1892.

nisse in grösserer Zahl constatirt werden können, sobald sich die Embryologen entschliessen, in ihren Untersuchungen sich mehr zu specialisiren.

Was nun im vorliegenden Fall aus einer solchen befruchteten Synergide wird, ob sie lebenskräftig ist und ob der Keimsack dann zwei Embryonen beherbergen wird, das sind Fragen, die vorläufig nicht beantwortet werden können.

Einen eigenthümlichen Anblick gewährt die Eizelle, wenn sie sich zur Theilung anschickt. Der Scheitel erscheint in Präparaten von solchen Stadien immer stark tingirt (Fig. 5—7), was auf eine dichtere Plasmaansammlung in dieser Zone hindeutet. Wenig hinter dem Scheitel entsteht eine schwache Einschnürung, so dass ein kleiner mützenförmiger Theil einem grossen bauchig erweiterten Basalabschnitt aufgesetzt erscheint. Nur selten beobachtet man eine mehr oder weniger deutliche Ausnahme von diesem Verhalten (Fig. 5). Der Kern theilt sich so, dass die beiden Theilkerne sich in der Mittellinie des Keimsacks anordnen und nicht selten zwei Nucleoli enthalten (Fig. 5 u. 6). In diesen Fällen sind die betreffenden Kerne von gestreckter Gestalt und die Lage der Kernkörperchen ist mit der der Brennpunkte eines Ellipsoides vergleichbar. An der verengerten Stelle des Embryos entsteht dann eine zarte Membran, die eine innere, die Keimzelle, und eine äussere, den Vorkeim darstellende Zelle von einander trennt.

Der Vorkeim ist Anfangs einzellig und bleibt es auch noch während der ersten Zelltheilungen der Keimzelle, eine Erscheinung, wie sie nach Fleischer auch bei Helianthus auftritt. Die weitere Zellvermehrung erfolgt im Vorkeim dann in basipetaler Reihenfolge. Sobald nämlich die Endzelle abgetrennt ist, theilt sich der Kern der Trägerzelle und die zwischen den beiden Tochterkernen entstehende Membran trennt eine Zelle ab, welche einerseits den basalen Abschluss des Keims, anderseits den Anschluss an den Träger vermittelt und die, wie weiter unten gezeigt wird, als Anschlusszelle eine besondere Rolle spielt. Hat der Embryo die Form eines kugeligen Zellkörpers angenommen, an dem bald die Differenzirung der beiden Cotyledonen in Erscheinung tritt, so lässt sich am Vorkeim, mit Ausnahme der sog. Hypophyse, eine Reihe von 2—4, selten mehr Zellen beobachten (Fig. 12, 14 und 16, 17 und 17a). Wenn der Keim durch Hervorwölbung der Cotyledonen die charakteristische Herzform zeigt, so lässt sich auch im Vorkeim bereits eine vermehrte Zellenzahl constatiren. Ausserdem sind in den obersten Zellen desselben auch bereits neue Theilungen erfolgt, unter denen namentlich diejenigen von Bedeutung sind, welche in der unter der Hypophyse liegenden Zelle stattgefunden haben und auf welche weiter unten noch zurückzukommen ist. In den übrigen Zellen verlaufen die Membranen keineswegs immer regelmässig, vielmehr beobachtet man ganz schief verlaufende Wände (Fig. 18a), deren Entstehen ich mit Hegelmaier auf mechanische Einflüsse zurückführen möchte, die da mehr, dort weniger sich äussern.

Von dieser Zeit an erfährt der Vorkeim keine namhafte weitere Differenzirung mehr, sondern beginnt bald seine Rückbildung, um bei zunehmender Samenreife schliesslich ganz zu verschwinden.

Die Keimzelle hebt sich durch ihre kugelige Anschwellung von Anfang an deutlich von ihrem Suspensor ab. Eine deutliche äquatoriale Scheidewand theilt sie darauf in eine differente Ober- und eine Unterhälfte oder, wie sich später zeigen wird, in ein cotyles und ein hypocotyles Stockwerk. Ich lege um so mehr Werth auf diese Thatsache, als sie mit den Angaben Fleischers für Helianthus und Tulasne's für Calendula sich deckt und in Folge dessen geeignet erscheint, den Eindruck hervorzurufen, es könnte den Compositen insoweit ein ähnliches Schema zu Grunde liegen, wie man es seit Hanstein für die Cruciferen annimmt. Wie schon früher erwähnt, hat Hegelmaier dieses Verhalten als Mittelstellung bezeichnet; zwischen jenen Dicotyledonen, deren Keim einerseits aus zwei, andererseits aus drei Vorkeimzellen seinen Ursprung nimmt. Die entstandene Scheidewand ist stets einwärts gewölbt (Fig. 8 u. 9); an den Stellen, wo dieselbe sich an die Aussenwand der Mutterzelle ansetzt, ist letztere etwas eingeschnürt. Die deutlich contourirten Kerne beider Zellen liegen in der Mittellinie, scheitelwärts den Membranen genähert. Nicht selten beobachtet man im Plasma beider, namentlich aber in dem der inneren Zelle 1—2 grössere Vacuolen.

Von da an ist die Theilungsfolge in den beiden Hemisphären der Zeit nach verschieden. In der oberen Hälfte findet zunächst die Kerntheilung in der Weise statt, dass die beiden Tochterkerne in einer zur Axe des Embryos senkrechten Richtung auseinander treten und gewöhnlich nur bei verschieden tiefer Einstellung sichtbar sind; ihre gegenseitige Lage bestimmt demnach schon die Richtung der neuen Membran, die, auf der ersten Wand senkrecht stehend, mit der Zeichenebene zusammenfällt (Fig. 9). In einem Falle, Fig. 9a, sah ich in der oberen Zelle zwei Kerne und eine zur Zeichenebene senkrechte Wand, eine Erscheinung, die sich leicht durch die Annahme erklären lässt, dass der Embryo hier um etwa 90° gedreht war, worauf auch die perspectifisch verkürzte linke Zelle hindeutet. Bald darauf erfolgen in beiden Zellen abermalige Kerntheilungen, wobei zwei Theilkerne bei höherer, die beiden anderen bei tieferer Einstellung sichtbar sind, und eine neue auf der vorhergehenden senkrecht stehende meridiane Wand theilt die betreffende Etage in vier ungefähr inhaltsgleiche Quadranten (Fig. 10). Inzwischen hat aber auch die hypocotyle Hälfte eine Zweitheilung erfahren, derart, dass die senkrechte Membran mit der Ebene der ersten in der oberen Hälfte zusammenfällt.[1]) Schliesslich tritt auch hier nach erfolgter Kerntheilung die mit der zweiten oberen coincidirende meridiane Scheidewand auf (Fig. 11).

Es wäre gewiss wünschenswerth zu wissen, inwieweit andere Compositen in ihrer anfänglichen Keimentwickelung, sowohl in Bezug auf räumliche als zeitliche Aufeinanderfolge der Theilwände, mit Taraxacum übereinstimmen. Fleischer's Arbeit ist dies nicht vollständig zu entnehmen und Tulasne's Untersuchungen sind mir leider nicht zu Gesicht gekommen.[2])

Es macht sich also in der cotylen Hemisphäre die Tendenz bemerkbar, in der Zellvermehrung der unteren Hälfte vorauszugehen. Nachdem dort durch wiederholte verticale Theilungen ein Stockwerk von acht Zellen erreicht ist, beginnt die Abgliederung des Dermatogens durch pericline Scheidewände, und zwar gehen die ersten Dermatogenelemente aus den scheitelständigen Zellen der cotyledonaren Hälfte hervor und die Schältheilung schreitet dann vom Scheitel nach beiden Seiten fort und ergreift schliesslich auch die Zellen des hypocotylen Gliedes (Fig. 11). Verglichen mit dem Cruciferentypus Hanstein's, wo die Entstehung des Dermatogens schon in das Quadrantenstadium des Keimes fällt, haben wir hier eine ganz bedeutende Verspätung in diesem Process.

Derselbe ist in seinem Beginn jedenfalls an grosse Regelmässigkeit gebunden, wenigstens habe ich Dermatogenzellen nie früher entstehen sehen. Die Form der letzteren ist tafelförmig; an Grösse meist etwas ungleich, umgeben sie kurz vor der Anlage der Cotyledonen als eine gut schliessende Zellschicht den ganzen Keimkörper. In ihrem Plasma

---

1) Das Aussehen der hypocot. Hälfte in Fig. 10 widerspricht scheinbar den eben gemachten Angaben; doch kann es sich hier im Vergleich mit den bedeutend zahlreicheren übrigen Fällen sicher auch nur um eine gedrehte Stellung des Keimes handeln.

2) Wenn ich bereits an anderen Orten auf dieselbe Bezug nahm, so geschah dies nur gestützt auf Angaben anderer Schriftsteller.

entstehen an den Stellen der seitlichen Zellwände, welche mit denen der darunter liegenden Zellen meist nahezu correspondiren, nicht selten grössere Vacuolen (Fig. 12). Während der Abgliederung des Dermatogens schreitet die Theilung der Zellen innerhalb der beiden Keimhälften weiter, indem sich zunächst immer neue verticale Wände einfügen, in der oberen Hälfte einerseits an die Dermatogenzellen, anderseits an die primäre äquatoriale Wand, in der unteren dagegen an diese und die basale Membran anschliessend. Die senkrechten Wände aller dieser Zellen bleiben einander nahezu parallel und correspondiren auch in manchen Fällen mit einander in den beiden Hemisphären. Diese Art der Zelltheilung hat denn auch zur Folge, dass der einigermaassen differenzirte Keim einen ganz regelmässigen, kugeligen Zellkörper darstellt (Fig. 12, 13, 14, 16), verglichen mit Embryonen anderer Pflanzen, bei denen, namentlich im cotylen Theil, eine so grosse Regellosigkeit und Willkür in der Zellbildung sich geltend macht.

Was die Streckung des Keimkörpers betrifft, so lässt sich constatiren, dass beide Hemisphären ungefähr in gleicher Weise am Längenwachsthum sich betheiligen, trotzdem anfänglich die basale Hälfte durch besondere Dehnung ihrer Zellen sich auszeichnet. Die Grenze zwischen den beiden Keimhälften lässt sich noch eine Zeit lang verfolgen, jedoch ist die anfänglich deutliche stark convexe äquatoriale Wand bald nur mehr als vielfach gebrochene Linie zu erkennen und schliesslich wird die Grenze vollkommen verwischt, so dass die obere Keimhälfte bei der Anlage der Cotyledonen nur an ihrem charakteristischen Verhalten erkennbar ist. Unmittelbar vor dem letztern Stadium hüllt das Dermatogen, welches theils aus periclinen Theilungen der Endzelle, theils aus den mitbetheiligten Vorkeimzellen entstanden ist, das Keimgewebe vollständig ein. In der untern Etage des letzteren ist in den Zellen bereits eine nochmalige horizontale Spaltung erfolgt und es lassen sich 2—3 Reihen von Periblem, dagegen 4—5 Pleromreihen unterscheiden. In der cotylen Hälfte haben die einen oder andern der mittlern Zellen ebenfalls noch Quertheilung erfahren, während die äussern, seitlich an das Dermatogen grenzenden, abgesehen von ihrer Vergrösserung, unverändert geblieben sind. Ein deutlicherer Unterschied von Rinde- und Pleromelementen macht sich erst geltend, wenn der Keim die Herzform angenommen hat, wobei sich dann die erstern durch ihren grössern Querdurchmesser von den länglichen und schmälern Pleromzellen abheben. Eine Vermehrung in diesen Geweben lässt sich jedoch gegenüber dem vorigen Zustand um diese Zeit noch nicht feststellen.

Es mag hier erwähnt werden, dass in Köpfchen mit stark differenzirten Embryonen ziemlich häufig Fruchtknoten angetroffen werden, deren Samenanlagen in einem für dieses Stadium sonst normal entwickelten Embryosack ganz abnorm angeschwollene Eizellen zeigen, von einer Grösse, wie sie bei befruchteten und zur Theilung bereiten Ovula nie angetroffen wird. Dabei findet man bisweilen auch eine der beiden Synergiden blasenförmig erweitert (Fig. 15). Sowohl Ei- als Endospermkern sind noch in ihrer normalen gegenseitigen Lage, aber ebenfalls ganz bedeutend vergrössert, die Kernkörperchen mit den bekannten Einschlüssen. Ich habe solche Beispiele sehr oft gesehen und immer boten sie dasselbe Bild. Ich zweifle nicht daran, dass es unbefruchtet gebliebene Samenanlagen sind, bei denen die ausnehmend grosse Volumzunahme der Eizelle nur eine Andeutung ihrer beginnenden Deformation ist. Die Anlage der Cotyledonen gibt sich an dem bis jetzt kugeligen Zellkomplex durch eine in der Mitte des Scheitels auftretende, anfangs ganz schwache Einsenkung (Fig. 17) zu erkennen, die durch eine beidseitige leichte Hervorwölbung der beiden Hälften des cotyledonaren Keimtheils entsteht. Infolge starken Wachsthums dieser beiden Hälften, vorerst nach den Seiten, verliert der Embryo rasch seine Kugelgestalt, der Scheitel erscheint stark abgeflacht und bedeutend verbreitert. Durch stärkeres Hervorwölben seiner Cotyledonen und seitliches Ausspreizen derselben erhält der Embryo nun die schon oft genannte Herzform. Bald werden die Keimblätter durch eine tief einschneidende Bucht von einander getrennt; ihr Gewebe behält den Charakter eines typischen Meristems, dessen unter dem Dermatogen liegende Zellen sich durch Flächentheilung vermehren und stets eine schichtenweise Anordnung zeigen (Fig. 21). Ueberhaupt erinnert das ganze Verhalten im Wachsthum der Cotyledonen vollständig an den Aufbau typischer, mehrschichtiger, phanerogamer Blattgebilde. Was die Orientirung der Cotyledonen mit Bezug auf die ursprünglichen meridianen Theilungen des cotylen Keimtheils betrifft, so ist wohl anzunehmen, dass die eine der anfänglichen verticalen Wände dem Verlauf der intercotyledonaren Spalte entspricht, während die andere mit der Medianebene der Cotyledonen zusammenfällt. Welche der genannten Ebenen einander aber entsprechen, ist schwer zu entscheiden.

Betrachten wir schliesslich noch die Verhältnisse im Embryo des reifen Samens. Derselbe erreicht im Durchschnitt eine Länge von $2^1/_2$—3 mm, wovon mindestens $^2/_3$ auf die Cotyledonen entfallen. In medianen Längs-, sowie auf Querschnitten beobachtet man im Centrum des hypocotylen Gliedes ein aus ca. 10 Schichten bestehendes Bündel, den Pleromcylinder, dessen schmale prismatische Zellen viele longitudinale Theilungen erfahren haben. Die Zellen der äussersten Schicht desselben sind radial mehr gestreckt, verrathen aber in ihrer sonstigen Form deutlich ihre Zugehörigkeit zum Plerom. Wir müssen dieselben in ihrer Gesammtheit unbedingt als ein bereits herausdifferenzirtes Pericambium ansprechen. Unmittelbar unterhalb des Vegetationspunktes spaltet sich das Plerombündel in zwei Aeste, welche, stark nach beiden Seiten ausbiegend, sich in die Cotyledonen fortsetzen, um einander parallel im Centrum derselben nach oben zu verlaufen und etwas unter der Spitze zu endigen. Aus diesem axil verlaufenden Plerom gehen die Fibrovasalelemente hervor, doch lässt sich im Keim des reifen Samens entschieden keine so weitgehende Differenzirung constatiren, wie eine solche von Fleischer[1]) von Helianthus angegeben wird. Nach aussen folgen nun beiderseits etwa acht Reihen ungefähr isodiametrischer, im Querschnitt sechseckiger Zellen, die durch Flächentheilung sich vermehren und nahezu concentrische Anordnung zeigen. Diese Periblemschichten laufen unten von einer Zellgruppe aus, die dem Dermatogen unmittelbar aufliegt und aus der Descendenz der Anschlusszelle hervorgegangen ist. Diese austretenden Periblemzellen spalten sich zum Theil und bedingen so die Entstehung von 8—9 nach oben verlaufender Schichten (Fig. 22).

Der Vegetationskegel erscheint um diese Zeit als ein zwischen der Ansatzstelle der Cotyledonen sich erhebender niedriger Gewebekörper, an dem sich jedoch noch keine Andeutungen von Laubblattanlagen beobachten lassen.

Es erübrigt nun noch, das Verhalten der Anschlusszelle zu verfolgen. Ich habe diesen Punkt bis jetzt aus dem Grunde nicht berührt, um die Betheiligung dieser Zelle am Aufbau des Keimkörpers im Zusammenhang darstellen und dadurch ihre Wichtigkeit um so deutlicher hervortreten zu lassen. Bekanntlich hat Hanstein das Schicksal derselben für Capsella Bursa pastoris in besonders eingehender Weise verfolgt; seine Angaben beziehen sich aber nur auf diese eine Species und es dürfte fast überflüssig erscheinen, noch einmal zu erwähnen, dass die dortigen Verhältnisse vielleicht nicht einmal für die Cruciferen im Allgemeinen, sicher aber nicht für alle Dicotylen passen.

Die Abgliederung der zweiten Vorkeimzelle erfolgt bei Taraxacum zu einer Zeit, wo die Endzelle die äquatoriale und die dadurch abgeschiedene obere Etage die zwei-, die untere die einmalige meridiane Theilung erfahren hat. Sie ist anfänglich so breit wie der Keimkörper

---

1) Vergl. darüber das Gesagte im 1. Kapitel.

selbst und vermittelt den Uebergang zwischen diesem und seinem Träger (Fig. 10). Ihre erste Theilung ist entschieden eine senkrechte; in einem Fall sah ich eben die Kerntheilung, wobei die Chromatinelemente in horizontaler Richtung auseinander traten und dadurch die Lage der entstehenden Membran bestimmten. In den meisten Fällen war der Embryo so orientirt, dass die betreffende Wand zur Zeichenebene senkrecht war. Die weitere Theilung erfolgt hernach in senkrecht gekreuzter Richtung (Fig. 12). Es ist dies eine Bestätigung für Hegelmaier's[1]) Satz: „Die erste Theilung in der in Rede stehenden Zelle ist in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine senkrechte, welche sich nach einiger Zeit in rechtwinklig gekreuzter Richtung fortsetzt.“ Dagegen stimmt es nicht mit dem Verhalten an Helianthus, wovon Fleischer sagt, dass besagte Zelle zwei Quertheilungen erfahre, bevor Längstheilung eintrete.

Indessen ist auch in der darunter liegenden Zelle des Vorkeims Kerntheilung eingetreten und hat dieselbe ebenfalls durch eine verticale Wand zwei Tochterzellen ausgeschieden (Fig. 12, 14). Die Längstheilungen setzen sich nun fort, sowohl in der Anschluss- als auch der darunterliegenden Zelle; sie wiederholen sich jedoch in ersterer häufiger als in letzterer und führen zur Bildung einer concentrisch geschichteten Zelllage. Zu dieser Zeit wird dann der Keimkörper durch diese Zellschicht zur ungefähren Kugelform ergänzt (Fig. 16). In der Folge zeigt sich nun, dass die Descendenzen der beiden genannten Zellen, trotz ihres verschiedenen anfänglichen Verhaltens, sich in gleicher Weise am Aufbau der embryonalen Wurzel betheiligen, wie die Anschlusszelle von Capsella. Die mittleren Zellen des Hypophysenderivats schliessen nämlich das Gewebe des Periblems nach unten ab, während die peripherischen dagegen sich an die der Hauptzelle entstammenden Dermatogenzellen anschliessen. Durch weitere Theilungen in der folgenden Vorkeimzelle ist ferner eine Zellschicht entstanden, deren Zellen nochmals horizontal gespalten werden; die inneren Tochterzellen vervollständigen das Dermatogen zu einer allseitig geschlossenen Hülle, welche in der Folge die Rolle eines Calyptrogens übernimmt; die äusseren aber constituiren sich zu einer primären Haubenschicht (Fig. 19).

In der Folge verwischen sich die Grenzen zwischen den Descendenzen der Hauptzelle und denen der mitbetheiligten Vorkeimzellen und in fast reifen Embryonen, wie Fig. 22 die untere Partie eines solchen darstellt, sind bereits zwei Schichten der embryonalen Wurzelhaube zur Ausbildung gekommen, während in ganz reifen Keimen sich gewöhnlich deren drei angelegt haben. Dabei sind jedoch auch schon der ursprünglichen Keimzelle entstammende Dermatogenzellen von der Spaltung ergriffen worden. In dieser Ausbildung stimmt die embryonale Wurzel mit dem nach dem heutigen Stande der Wissenschaft bekannten Typus bei den Dicotyledonen überein, und vor der Keimung erfährt weder sie noch der übrige Embryo eine weitergehende Differenzirung.

---

[1]) p. 23.

III. Enstehung und Resorption des Endosperms.

Die Compositen gehören bekanntlich zu jenen Familien der angiospermen Pflanzen, welche im reifen Samen kein freies Endosperm als Reservenahrung führen, weil dasselbe nach seiner Entstehung von den Cotyledonen des heranwachsenden Embryos mehr oder weniger vollständig resorbirt wird, um bei der Keimung und der ersten Wachsthumsperiode verbraucht zu werden.

Das Endosperm verdankt auch hier seine Entstehung der freien Kerntheilung des primären Endospermkerns. Derselbe liegt in eine Protoplasmaansammlung eingebettet, die jedoch nicht, wie dies bei andern Pflanzen der Fall ist, durch ein Netzwerk von Fäden mit dem plasmatischen Wandbeleg sich verbindet, sondern in Form eines centralen Strangs im Keimsack verläuft. Seine erste Theilung fällt in der Regel zusammen mit derjenigen der befruchteten Eizelle. In ganz seltenen Fällen vollzieht sich dieselbe, bevor zur Anlage des Vorkeims geschritten wird (Fig. 4). Von da an halten dann die Theilungen der Endospermkerne mit denjenigen der Eizelle so ziemlich Schritt (Fig. 5—9).

Ich habe mich umsonst bemüht, die betreffenden Kernfiguren etwas näher zu studieren, denn einmal sind dieselben zu klein gegenüber denen gewisser Monocotyledonen, welche so werthvolles Material zu solchen Untersuchungen geliefert haben; anderseits ist es aus bereits bekannten Gründen nicht gerade leicht, Schnitte zu erhalten, um mit starker Vergrösserung Aussicht auf Erfolg haben zu können. Wo desshalb Chromatinelemente eingezeichnet sind, handelt es sich mehr um Andeutung der Theilung als um naturgetreue Darstellung. Nur insofern ist die Beobachtung der freien Kerne und damit auch die Verfolgung der Endospermentwickelung eine günstige zu nennen, als der grosse Mutterkern in dem Raum des Embryosackes eine centrale Lage einnimmt, eine Erscheinung, wie sie Hegelmaier besonders auch für die Ranunculaceen namhaft macht.

Nach vollzogener Theilung wandern die Tochterkerne in den protoplasmatischen Wandbeleg, in der Regel weit auseinander und man erkennt in diesem Verhalten ihre Tendenz, den ganzen Keimsack in möglichst kurzer Zeit mit ihren Nachkommen zu bevölkern. Immerhin lässt sich hier nicht in allen Fällen eine darauf abzielende Orientirung der Kernfigur, d. h. ein Auseinandertreten der Theilkerne in der Richtung des grössten Durchmessers, constatiren, wie dies H.[1]) an Lotus corniculatus beobachtet haben will. Dagegen lässt sich sicher in der Vertheilung und Anordnung der Kerne der Entwickelungsmodus des Endosperms erkennen, den genannter Forscher als den allseitig peripherischen bezeichnet. Die Kerne vertheilen sich auf die ganze innere Oberfläche des Keimsacks mit Ausnahme der schnabelförmigen Verengerung, wo wir den Aufenthalt der Antipoden constatirt haben. Dieser Theil bildet sich überhaupt im Laufe der späteren Entwickelung und Erweiterung des Embryos und nach Verschrumpfung der Antipoden als nutzloser Anhang zurück. Die Theilungen ergeifen alle Kerne so ziemlich zu gleicher Zeit und führen also immer zur Verdoppelung der jeweiligen Kernzahl. Zufolge dieser Thatsache und gestützt auf ausgeführte Zählungen, lässt sich dann auch ableiten, dass bei Taraxacum vor der Anlage der ersten Endospermschicht 32 freie Endospermkerne gebildet werden, eine Zahl, die gegenüber vielen anderen Pflanzen ganz bedeutend zurücksteht. Allerdings ist ja nicht ausgeschlossen, dass unter besondern Bedingungen auch eine nochmalige Theilung stattfinden kann. Der Wandbelag vertheilt sich nun derart auf diese Kerne, dass die Plasmahaut derselben jene strahlige Struktur zeigt (Fig. 20), wie sie schon vielfach beschrieben worden ist. Von jedem Kern als Mittelpunkt gehen wenige radienartige feinkörnige Streifen aus, die denjenigen der Nachbarkerne begegnen. Zwischen denselben werden dann schliesslich die Zellwandungen als ein Netzwerk zarter Linien angelegt.

Die feinkörnige Substanz, welche die Entstehung von Zellwandungen einleitet, will Strasburger als Stärke erkannt haben. Hegelmaier stellt dies wenigstens für die von ihm untersuchten Pflanzen in Abrede. Wegen vorgerückter Jahreszeit fehlte es mir an geeignetem frischen Material, um diesbezügliche Untersuchungen an Taraxacum anstellen zu können.

Die Anlagen der künftigen Membranen zeigen sich zu gleicher Zeit in allen Theilen des Keimsackes, so dass man die Entstehung

---

1) Hegelmaier, Untersuchungen über die Morphologie des Dicotyledonen-Endosperms. Nova acta d. Ksl. Leop. Carol. deutsch. Ac. d. Naturf. Bd. XLIX. Nr. 1.

der Zellwandungen der Endospermzellen als eine simultane bezeichnen kann. Ziemlich häufig trifft man Zellen, welche zwei Kerne einschliessen; dieselben zeichnen sich meist durch besondere Grösse vor andern aus (Fig. 20), so dass man wohl zu der Annahme berechtigt ist, dass nachher eine nochmalige Theilung in diesen Zellen stattfindet.[1] Viele Kerne wiederum verfügen über zwei Kernkörperchen; namentlich die ersten freien Kerne enthalten dieselben in der Zweizahl und dazu von ganz auffallender Grösse.

Die Anordnung der ersten Endospermschicht fällt in eine Zeit, wo der Embryo relativ noch wenigzellig ist. Die Fig. 20 ist einem Präparat entnommen, wo der der Deutlichkeit zulieb nicht eingezeichnete Keim ungefähr die Ausbildung desjenigen von Fig. 12 besass. Die hierauf folgende Vermehrung des Endosperms durch Theilung erfolgt äusserst rasch. So war immer und in allen Fällen der Embryosack zu einer Zeit, wo der Scheitel des Embryos zur Hervorwölbung der Cotyledonen abgeflacht war, ganz mit Endosperm erfüllt. Mit der Zunahme desselben schwinden die letzten Reste des Nucellus bis auf die schon bekannte Endothelschicht, welche zur Form eines strukturlosen Häutchens zusammengepresst wird, das in tingirten Längsschnitten aus reifen Früchten als schwarze Linie erscheint. In gleicher Weise werden auch die inneren Zellschichten des einen Integuments aufgelöst bis auf 2—3 Lagen, die, ebenfalls unter Einbüssung der typischen Zellformen, in den Dienst einer Samenhaut treten, wovon später noch gesprochen wird.

Die Form der Endospermzellen ist meist cubisch; nicht selten zeigen sie jedoch auch unregelmässig polyedrische Umgrenzung. Was ihre Reservestoffe betrifft, so ist wohl keine Frage, dass sie zum grössten Theil Oel führen. Dasselbe ist jedoch in jüngeren Stadien in so feinen, wenn auch sehr zahlreichen stark lichtbrechenden Tröpfchen vorhanden, dass Reagenzien auf dasselbe nichts Positives zu Tage fördern, sofern man nicht seine Zuflucht zur makrochemischen Untersuchung nehmen will. Dagegen könnte das massenhafte Auftreten von grossen Oeltropfen in den Cotyledonen die gemachte Annahme vielleicht einigermassen stützen. In der Folge wird nämlich das entstandene Endosperm durch den sich vergrössernden Keimling zusehends wieder aufgezehrt, so dass im Samen von zur Aussaat reifen Früchten sich nur mehr zwei Schichten stark gepresster Endospermzellen nachweisen lassen, welche jetzt die Function einer inneren Samenhaut übernommen haben.

---

[1] In dem Sinne nämlich, dass die entstehenden Wände auf der Wandung des Embryosackes senkrecht stehen.

IV. Das Integument und die spätern Samenhäute.

Wie es für die Sympetalen überhaupt Regel ist, besitzt die Samenanlage von Taraxacum nur ein Integument. Dasselbe hat zur Zeit der Befruchtungsreife eine ganz ansehnliche Dicke und übertrifft die Zahl von 10 Zellschichten, die im Mikropylenende einen immer gerade zum Embryosack verlaufenden, ziemlich weiten Kanal offen lassen. Das Gewebe besteht aus ungefähr isodiametrischen Zellen mit zarten Membranen. Die äusserste Zellschicht, die wir passend als Epidermis bezeichnen dürfen, sowie die innern Lagen, welche das Integument gegen den Nucellus abgrenzen, zeichnen sich von den übrigen durch grössere Abflachung der Zellen aus. Erstere erhält noch dadurch ein besonderes Gepräge, dass sie sich stellenweise von den darunterliegenden Zellen loslöst; sie erfährt auch im Laufe der Entwickelung, wie wir noch sehen werden, eine besondere anatomische Ausbildung und physiologische Bedeutung.

Das Gefässbündel, das durch den sehr verkürzten Funiculus am Grunde der Samenanlage eintritt, verläuft in der Raphe und zwar unter der als Epidermis bezeichneten äusseren Schicht auf der einen Seite des Integuments hinauf bis zur Chalaza und auf der andern Seite hinunter bis in die Gegend der Mikropyle. Dieselbe Eigenthümlichkeit erwähnt auch Brandza[1]) bei Helianthus.

Innerhalb des Integumentes folgt der Nucellus, dessen innerste Schicht jene charakteristische Ausbildung erfahren hat, wie sie bereits eingangs des embryologischen Kapitels beschrieben wurde und auf deren Schicksal ich weiter unten noch zurückkomme. Der Nucellus hat zur Zeit der Anthese eine namhafte Ausbildung erfahren und wird ungefähr auf $^3/_4$ seiner Länge vom Embryosack durchsetzt. Doch lässt sich schon eine Auflösung der an das Endothel grenzenden Zellschichten beobachten, die von dieser Zeit an immer mehr um sich greift.

Mit dem raschen Wachsthum des Embryosacks nach der Befruchtung wird auch die Samenanlage bald erheblich gestreckt, wobei die Zellschichten des Nucellus und solche des Integuments von innen her aufgelöst werden, während die Zellen der äussern Lagen desselben in der Richtung ihres Längendurchmessers stark gedehnt werden. Die Verminderung der Dicke des Integuments macht sich anfänglich besonders in der mittleren Zone deutlich bemerkbar, während es in der Chalazagegend noch längere Zeit, nur unter Vergrösserung seiner Zellen, seine ursprüngliche Ausdehnung erhält. Sobald die Eizelle ihre erste Theilung ausgeführt hat und der Embryo in seinen ersten Differenzirungen begriffen ist, so lässt sich, namentlich unter dem Einfluss des zunehmenden Endosperms, der fortschreitende Auflösungsprocess der Integumentzellen in der Mitte der Samenanlage constatiren. Man zählt auf guten Medianschnitten in dieser Gegend kaum mehr als 6 Schichten, während die Zahl derselben am Chalazaende noch viel beträchtlicher ist und die Samenanlage sich hier infolge ihres Längenwachsthums in den Schnabel des Pericarps vorschiebt.

---

[1]) **Brandza**, Développement des téguments de la graine. Revue générale de Bot. 1891. T. III.

Was den Inhalt dieser Integumentzellen betrifft, so fallen schon vor der Befruchtung neben den verhältnissmässig grossen Zellkernen krystallinische Körper von sehr verschiedener Form, quadratischen, rhombischen, sechsseitigen etc. Tafeln auf. Die Vermuthung, man habe es hier mit oxalsaurem Kalk zu thun, wurde durch die darauf gerichtete Untersuchung sowohl an frischem wie an Alkoholmaterial bestätigt. (Auf Zusatz von verd. Salzsäure (1:10) zu den Schnitten liess sich der Auflösungsprocess dieser Körper unter dem Mikroskop sehr schön verfolgen, wobei keine Blasen entwickelt wurden.)

Derselbe ist hier unstreitig als ein Endprodukt des Stoffwechsels anzusprechen, das keine weitere Rolle mehr zu spielen hat, worauf auch schon von Holfert¹) hingewiesen wurde. Angezeigt erschien mir an dieser Stelle die Untersuchung auf transitorische Nährstoffe, nach dem Vorgang des genannten Autors. Uebereinstimmend mit analogen Beobachtungen an andern Compositen blieb auch hier die Prüfung auf Stärke erfolglos, hingegen erhielt ich durch Einlegen nicht zu dünner Schnitte in Fehling'sche Lösung und nachfolgendes Erhitzen zum Kochen in den Integumentzellen starke Niederschläge von Kupferoxydul, ein Beweis, dass im Zellsaft dieser Zellen Glycose zugegen ist. Mangels an frischem Material habe ich es mir versagen müssen, das Vorkommen in den verschiedenen Stadien weiter zu verfolgen.

Zu der Zeit, wo der Embryo seine Cotyledonen differenzirt, beginnen die Zellen der äussersten Integumentschicht sich spiralig zu verdicken und zwar vom Mikropylende gegen die Chalaza fortschreitend (Fig. 27). Von den darunterliegenden Zellschichten lassen sich am Mikropylende sowohl

---

1) J. Holfert, Die Nährschicht der Samenschalen. Flora 1890 Bd. 73 pag. 279 u. ff.

wie an der Chalaza noch 3—4, an den Seiten jedoch kaum mehr als 1—2 Schichten unterscheiden. Nach innen zu folgt dann eine Reihe stark deformirter, abgeplatteter Zellen, die sich in noch etwas grösserer Anhäufung an der Mikropyle vorfinden und die sich, entwickelungsgeschichtlich verfolgt, als die Reste des bereits erwähnten Endothels erweisen. In etwas weiter gediehenen Keimstadien trifft man dann noch eine innerste Schicht aus meist zwei Lagen mehr oder weniger obliterirter, vom Embryo nicht resorbirter Endospermzellen.

Zum Reifestadium übergehend, lässt sich dann Folgendes konstatiren: die äussere Samenhaut ist eine Zellschicht mit länglichen, etwas ineinander geschobenen, spiralig verdickten Zellen (Fig. 27). Man kann diese Haut nach etwa 12stündiger Quellung der Frucht in verd. Kalilauge leicht mit der Lanzette herauspräpariren. Auf der Mikropylseite sind diese Zellen vielfach gekrümmt und in Falten gelegt, so dass diese Samenhaut hier eine haufenartige Anordnung zeigt.

Ich finde in dieser eigenthümlichen Ausbildung eine Uebereinstimmung mit den von Loose[1]) gemachten Angaben über Anandria Bellidiastrum DC., wo die Zellen jedoch verholzt sein sollen, und muss mich nur wundern, dass dieser typische Bau bei Taraxacum weder von genanntem Verfasser, noch von andern Schriftstellern auf diesem Gebiet Erwähnung gefunden hat.

Es ist nach meinem Dafürhalten hier keine Frage, dass diese Zellschicht bei der Keimung, die nach angestellten Versuchen im Laboratorium schon nach 3—4 Tagen erfolgt, insofern eine wichtige physiologische Rolle spielt, als sie mit grosser Begierde Wasser aufzunehmen und zu speichern vermag, ganz analog den Zellen im Stengel der Sphagnaceen und denjenigen der Luftwurzeln tropischer Orchideen.

In der darunter liegenden Schicht, die aus den folgenden Integumentschichten durch Zusammenpressen ihrer Zellen hervorgegangen ist, lässt sich meist keine Zellstruktur mehr erkennen; nur an den Stellen, wo die Raphe verläuft, hat sich jene noch einigermaassen erhalten, so dass man daselbst noch mehr oder weniger ihren ursprünglichen Charakter erkennen kann. Loose[2]) hat sogar in dieser Schicht bei Arctium netzförmige Verdickungen, bei Carthamus Poren beobachtet.

Die innerste Schicht der Testa endlich wird, wie Loose ganz richtig vermuthet hat,[3]) von zwei Lagen übrig gebliebener Endospermzellen

---

1) R. Loose, Die Bedeutung der Frucht- und Samenschale der Compositen für den ruhenden und keimenden Samen. Inaug.-Diss. d. Univ. Berlin. 1891.

2) pag. 23.

3) pag. 23.

gebildet, die hier jedoch stark abgeplattet erscheinen. Nach aussen sind dieselben umsäumt von einer noch deutlich erkennbaren, in tingirten Präparaten schwarz gefärbten Linie, die nichts anderes ist, als die total deformirten, aneinander gereihten Reste der ursprünglichen Endothelzellen. Wenn Loose angibt,[1]) dass diese Zellen der innersten Schicht das Wasser reichlich aufnehmen und durchlassen, so lässt sich diese Beobachtung mit dem übrigen Bau der Testa sehr wohl vereinbaren.

Man wird aus diesen Ausführungen deutlich genug ersehen, wie nothwendig es ist, die Entwickelungsgeschichte zu Rathe zu ziehen, um sich ein richtiges Verständniss und Urtheil über den Bau der Samenhäute im reifen Samen zu bilden. Darauf hat schon Brongniart[2]) hingewiesen, indem er sagt, dass das Studium der Veränderungen, welche sich im Ovulum vom Momente der Befruchtung an bis zur Zeit des ausgebildeten Zustandes, wo es zum Samen wird, uns einzig über die Unterscheidung der verschiedenen Samenhüllen aufklären könne. Im Jahre 1838 hat Schleiden abermals die Nothwendigkeit des embryologischen Verfahrens betont. In Bezug auf entwickelungsgeschichtliche Leistungen auf diesem Gebiete verweise ich hier nur auf die betreffenden Litteraturangaben in den Arbeiten von Holfert und Brandza.

Zum Schlusse möchte ich noch eine Stelle in Brandza's Arbeit berühren, wo dieser Autor sagt: „Dans quelques familles (Linées, Composées, Rhamnées) les téguments de la graine sont formés par l'unique enveloppe ovulaire et par certaines assises du nucelle." Weiter sagt er dann über die innerste Samenhülle von Helianthus, die er als Repräsentant für die Compositen anführt: „Un épiderme, à cellules petites et cutinisées, limite le tégument vers l'interieur." Nach meinen eigenen Untersuchungen an Taraxacum, deren Resultate ich im Vorliegenden niedergelegt habe, sowohl, wie nach den Darstellungen Loose's für die Compositen im Allgemeinen hätte man Grund, obige Angaben anzuzweifeln, da doch nicht anzunehmen ist, dass Helianthus eine Ausnahme macht.

V. Das Pericarp.

Die Fruchtschale der Compositen ist bereits bei Heineck[3]), sowie in der schon citirten Arbeit von Loose Gegenstand der Unter-

---

1) pag. 25.

2) Brongniart, Sur la génération et le développement de l'embryon dans les plantes phanérogames.

3) Heineck Otto, Zur Kenntniss des feineren Baues der Fruchtschale der Compositen. Inaug.-Diss. d. Univ. Giessen. Leipzig 1890.

suchung gewesen. Obwohl der Bau des Pericarps von Taraxacum sich ungezwungen in eine der von genannten Bearbeitern aufgestellten Gruppen einreihen lässt und dort auch im Grossen und Ganzen richtige Beurtheilung gefunden hat, so bin ich dennoch im Falle, nochmals darauf einzutreten, einerseits, um die Entwickelungsgeschichte in kurzen Zügen zu verfolgen, anderseits in der Absicht, die Eigenthümlichkeiten dieser Frucht hervorzuheben und meine, in mehreren Punkten von den früheren Angaben etwas abweichenden, Ansichten auszusprechen.

Zur Zeit der Anthese besteht das Pericarp aus einem mehrschichtigen Gewebe von parenchymatischen Zellen, nach Aussen abgegrenzt durch eine Epidermis compact zusammenschliessender typischer Oberhautzellen. Am oberen Umfang des Pericarps bildet die Epidermis anfänglich warzenförmige Emergenzen, in die sich die darunterliegenden Zellschichten fortsetzen. Das ganze Gewebe wird durchzogen von vier einander kreuzweise gegenübergestellten centrifugal angeordneten Gefässbündeln, die, ursprünglich vereinigt, aus dem Receptaculum commune am Boden des Fruchtknotens eintreten (Fig. 23). Schon in ganz jungen Zuständen beobachtet man im Gewebe des Fruchtknotens die Anlage der später noch näher zu besprechenden Stereïdenbündel in Gestalt von meist kreisförmig zusammengelagerten Zellnestern (Fig. 25), die ohne Zweifel durch weitere Differenzirung der Parenchymzellen entstanden sind. — In ganz jungen Fruchtknoten trifft man an der Breitseite desselben am inneren Rand des Pericarps, direct dem Integument anliegend, zwei einander opponirte Bündel stark verdickter Zellen, die dem Ansehen nach sich nicht von Stereïden unterscheiden. Die Phloroglucin-Salzsäurereaction fällt aber negativ aus und ihre weitere Verfolgung zeigt, dass sie im Laufe der Entwickelung wieder spurlos verschwinden. Letztere Thatsache sowohl wie das Nichtverholztsein machen es mehr als wahrscheinlich, dass man es hier mit zwei Collenchymbündeln zu thun hat, welche im Stande sind, die Streckung des Junggewebes mitzumachen und bis zur anderweitigen Festigung des Fruchtknotens die mechanische Rolle zu übernehmen, an die zu dieser Zeit jedoch kaum grössere Anforderungen gestellt werden, als etwa dem gegenseitigen Druck der wachsenden Fruchtknoten zu widerstehen.

Schon vor der Befruchtung, namentlich aber nach dem Eintritt derselben und der darauf folgenden Streckung macht sich ein allgemeiner Auflösungsprocess der inneren Zellschichten des Pericarps geltend, wobei auch allmählich die genannten Collenchymgruppen verschwinden (Fig. 25.)

In Stadien, wo der Embryo sich bereits zu einem kugelförmigen Zellcomplex entwickelt hat, beginnen die Epidermiszellen, sowohl am unteren Theil des Fruchtknotens als auch an der Oberfläche der bereits erwähnten Emergenzen in einzellige Haare auszuwachsen, ein Process, der in seinem Verlauf dem Entstehen der Trichome an vegetativen Pflanzentheilen vollkommen analog ist. Das sind jene Haare, die bei anderen Compositen so ausserordentlich verschieden gestaltet sind und eine wichtige biologische und vielleicht auch physiologische Rolle spielen (Fig. 28 u. 29).

Eine wichtige Veränderung tritt gegen das Ende der Samenreife mit jenen bereits genannten nesterförmig angeordneten Zellgruppen im Pericarp ein. Dieselben beginnen sich, von innen nach aussen fortschreitend, stark zu verdicken und sind am Ende des Reifestadiums vollkommen verholzt, was sich an der schönen Färbung mit Phloroglucin-Salzsäure leicht erkennen lässt.

Gleichzeitig mit der Ausbildung der Stereïden geht eine poröse Verdickung der übrigen parenchymatischen Pericarpzellen einher. Ich glaubte anfänglich bei der Untersuchung dieser Zellen, der Angabe Heineck's beipflichten zu müssen, der von „siebartig durchlöchert" spricht. Die Anwendung der Oelimmersion auf gute Präparate vermochte mich jedoch über den wahren Sachverhalt aufzuklären, indem sich nämlich an besonders günstig getroffenen Stellen thatsächlich die primäre Membran nachweisen liess. Dieses Pericarpgewebe, das im reifen Zustand des Samens die genannten Hartbündel einschliesst, besteht im Uebrigen, mit Ausschluss der Epidermis, noch aus 2—3 Schichten. Letztere selbst setzt sich zusammen aus compact zusammenschliessenden, stark cuticularisirten Zellen, deren Structur jedoch nicht überall mehr zu erkennen ist. Die unmittelbar unter der Epidermis liegende Schicht zeichnet sich durch ihre besonders grossen, isodiametrischen und schön palissadenförmig angeordneten Zellen aus; es ist oft noch die einzige Zelllage, welche sich über die Stereïden hinzieht und dieselben von der Epidermis trennt (Fig. 26). Die Zellen der inneren Schicht resp. Schichten sind kleiner und grenzen unmittelbar an die äussere Samenhaut.

Was das Verhältniss des Pericarps zu dem Integument während der Entwickelungsfolge betrifft, so ist leicht darzuthun, dass es in keinem Stadium des Reifungsprocesses zu einer innigeren Verbindung zwischen beiden kommt, wie dies auch Jumelle[1]) für die Caryopse der Gramineen ausgesprochen hat.

---

[1]) Jumelle, Sur la constitution du fruit des Graminées. Compt. rend. de l'acad. d. Sc.

Ich komme nun noch auf den Zusammenhang zwischen dem anatomischen Bau und den Functionen des Pericarps zu sprechen. Es ist allgemein bekannt, dass der Same manchmal schon auf der Mutterpflanze, namentlich aber von der Zeit der Lostrennung von derselben bis zur Keimung, mannigfachen Fährlichkeiten ausgesetzt ist, gegen die er eben durch einen zweckentsprechenden anatomischen Bau sich schützen muss. Bei den Compositen fällt die Rolle eines Schutzapparates in weitaus den meisten Fällen dem Pericarp zu. Die zahlreichen Einrichtungen im inneren Bau desselben, welche diesem Zwecke dienlich sind, sind bereits von Heineck und in der bedeutend sorgfältigeren Arbeit von Loose dargestellt worden. Es handelt sich im Vorliegenden noch darum, auf genannte Verhältnisse bei Taraxacum einzutreten.

Die aus stark verdickten, mit ihren spitzen Enden in einander gekeilten, prosenchymatischen Zellen bestehenden Bündel erscheinen auf dem Querschnitt kreisrund, manchmal aber auch bedeutend verbreitert; ihre Zahl ist je nach der Grösse der Frucht sehr schwankend, oft grösser als 20. Das Gewebe des Pericarps tritt über diesen Bündeln stark nach Aussen vor (Heineck's Wellblechform) und veranlasst die Bildung von Fruchtrippen, deren Zahl mit derjenigen der Bündel übereinstimmt. Immer findet man noch kleinere, oft aus nur 2—3 Zellen bestehende Bündel zwischen den dickeren eingestreut, die aber nicht zur Bildung von nach aussen vortretenden Rippen Veranlassung geben und auch keineswegs die ganze Frucht durchziehen. Die Bündel verlaufen, von einander isolirt, in schwach gekrümmten Bogen von grossem Krümmungsradius einander parallel durch die Frucht, um an deren Enden theilweise aufzuhören, theilweise am oberen Theil noch in den Pappusstiel sich fortzusetzen. Eine Annäherung resp. Vereinigung der Bündel findet somit nur an den beiden Enden der Frucht statt. Sowohl die Form und Ausbildung der einzelnen Zellen, als auch die Anordnung der Bündel selbst bieten eine geeignete mechanische Einrichtung für Biegungs- und Druckfestigkeit. Erstere wird erreicht durch die langen prosenchymatischen Zellen, letztere, die hier hauptsächlich in Betracht fällt, durch die bogenförmig verlaufenden und etwas in die Tiefe verlagerten Bündel, welche als eigentliche Träger am unteren und oberen Ende der Frucht auf festen Widerlagern aufruhen. Diese Momente sind es aber, welche die Frucht befähigen, nachdem sie an den Ort der Keimung gelangt ist, mechanischen Einflüssen von Aussen erfolgreichen Widerstand zu leisten.

Dem Füllgewebe des Pericarps, das die Hartbündel in sich schliesst, wie dasselbe bei Taraxacum zur Ausbildung gekommen ist, spricht Loose die Rolle eines Luftgewebes zu, das die Aussaat der Früchte durch den Wind zu begünstigen habe. Trotzdem die Anforderungen, die genannter Autor an ein Luftgewebe stellt: nach Aussen verlagerte grosse, porös verdickte und verholzte Zellen, hier erfüllt sind, sehe ich nicht ein, warum bei einem allseitig so günstig ausgebildeten Pappus noch eine weitere Einrichtung hinzutreten soll, um demselben Zweck zu dienen. Ich möchte überhaupt die ganze Theorie dieses Luftgewebes sehr in Frage stellen, allerdings ohne zur Zeit mehr als eine andere Ansicht an ihre Stelle setzen zu können. Ich glaube, wenn der Pappus vorhanden ist, so genügt er allein vollkommen als Verbreitungsmittel, und wenn er fehlt, so wäre das sog. Luftgewebe infolge der geringen Fruchtoberfläche schwerlich im Stande, seine Function zu übernehmen. In solchen Fällen sind die Früchte wahrscheinlich gar nicht auf die Verbreitung durch den Wind angewiesen. Die Bestimmungen des spec. Gew. mit dem Pyknometer, die Loose angibt, sind nach meiner Ansicht und wie er selbst mehr oder weniger zugibt, zu unzuverlässig, als dass sie hier etwas beweisen könnten.

Ebenso entschieden, als es Loose in Abrede stellt, bin ich dagegen der Ansicht, dass, mindestens bei Taraxacum, der Bau des Pericarps die Wasseraufnahme bei der Keimung begünstigt. Es ist hier zudem zu betonen, dass letztere bei dieser Pflanze sehr rasch vor sich geht, was man aus folgendem Versuch ersehen dürfte: Am 7. Juni brachte ich reife Früchte zur Aussaat und schon am 12. hatte ich Keimpflänzchen, deren hypocot. Glied 12 mm, die Radicula 6, und die ovalen Cotyledonen 4—5 mm lang waren. Der im vorigen Kapitel beschriebene sehr charakteristische anatomische Bau der äusseren Samenhaut, vermöge dessen dieselbe begierig Wasser anzieht und speichert, verlangt eben gewiss auch einen Bau im Pericarp, welcher gestattet, in relativ kurzer Zeit möglichst rasch und viel Wasser durchzulassen. Diese Bedingungen finde ich aber gerade erfüllt einerseits durch die Grösse, anderseits durch die poröse Verdickung der Pericarpzellen. Die mechanischen Bündel sind dabei selbstverständlich unbetheiligt. Die Verholzung der Pericarpzellen hat jedenfalls nur den Zweck, die Festigkeit des Gewebegerüstes zu erhöhen.

Der Pappus sitzt zur Zeit der Fruchtreife auf einem ca. 15 mm langen Stiel, der auf seiner unteren Seite dem Schnabel des Pericarps aufsitzt und als Fortsetzung desselben betrachtet werden kann. Im Stiel verlaufen Sklereïdenbündel; der Zahl nach habe ich nie weniger als vier und nicht mehr als fünf beobachtet. Dieselben entspringen aus dem Verbindungsstück, das durch Vereinigung der Bündel des Pericarps im Schnabel hervorgegangen ist. Auf dem oberen etwas verbreiterten Ende sitzen die Pappushaare in sehr grosser Zahl. Was den morphologischen Werth derselben betrifft, ist unstreitig die Ansicht, dass dieselben Trichome und nicht Phyllome sind, die richtigere. Diese Pappushaare stellen Zellkörper von wechselnder Zellenzahl dar; auf Querschnitten lassen sich bis 10 Zellen, selten auch mehr zählen, doch nimmt ihre Zahl gegen die Spitze zu ab. Die einzelnen Zellen sind lang, röhrenförmig von rundem Querschnitt und laufen oben in eine seitlich abstehende Spitze aus. Am Grunde sind die Haare verholzt, was sich mit Phloroglucin und Salzsäure leicht darthun lässt; die mittleren und oberen Zellen dagegen sind nur cuticularisirt. Während des Reifungsprocesses sind die Haare nach oben zusammengeschlagen; dieselbe Anordnung zeigen sie auch in der reifen Frucht bei nassem Wetter, während sie bei trockener und sonniger Witterung infolge Wasserverlust fallschirmartig sich ausbreiten, um durch den Wind die auf dem Receptaculum gelockerte Frucht wegzuheben.

Näher auf die übrigen Verbreitungsmittel einzugehen, finde ich für überflüssig, da diese Verhältnisse bereits von Hildebrandt[1]), Hoffmann[2]) und Anderen für die Compositen im Allgemeinen behandelt worden sind. Es mag nur noch hervorgehoben werden, dass die Achänien von Taraxacum in den zahlreichen einzelligen Haaren, sowie den auf den Fruchtrippen reihenweise angeordneten Buckeln, die selbst wieder mit solchen Haaren dicht besetzt sind, auch ausgezeichnete Mittel besitzen, sich im Boden möglichst solid zu verankern, um ihre Keimung zu sichern.

VI. Biologisches.

Trotzdem aus früheren Arbeiten, namentlich von Hermann Müller[3]), die Biologie von T. officinale als hinreichend bekannt gelten möchte, schien es mir doch wünschenswerth, einige Beobachtungen der Hauptsache nach zu wiederholen und ausserdem durch Anfügung einiger Ergänzungen, welche besonders die Zeit der Anthese und die Entwickelungsdauer der Frucht betreffen, das Ganze zu vervollständigen.

---

1) F. Hildebrandt, Ueber die Verbreitungsmittel bei den Compositen. Bot. Ztg. 1872.

2) Hoffmann, In Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfamilien.

3) Herm. Müller, Befruchtung der Blumen 1873.

Die Entfaltung der befruchtungsreifen Blüthen auf dem gemeinschaftlichen Blüthenboden geschieht in centripetaler Reihenfolge. In Anbetracht der verhältnissmässig kurzen Zeit von 7—8 Stunden, während der die Inflorescenz täglich geöffnet und dem Insektenbesuch ausgesetzt ist, erscheint es selbstverständlich, dass nicht alle Blüthen am ersten Tag sich entfalten und bestäubt werden können. Zur Beantwortung der Frage, wie oft der Blüthenstand sich öffnen muss, um die Fremdbestäubung aller seiner Blüthen zu sichern, wurden Beobachtungen an vielen Stöcken und an verschiedenen Standorten gemacht und es lässt sich als Mittel drei Tage angeben. Bei günstigem, sonnigem Wetter waren am 3. Tag fast durchweg alle Einzelblüthen geöffnet; das Köpfchen blieb am 4. Tag geschlossen und begann zu verwelken. Es ist wohl einleuchtend, dass Kälte und Regen hier wie anderswo ihre hemmenden Einflüsse in einer Weise geltend machen, dass die Blüthen zu solchen Zeiten, schon mit Hinsicht auf die gänzliche Aussichtslosigkeit auf Insektenbesuch, sich nicht entfalten, sondern günstigere Verhältnisse abwarten und demnach auch nicht unbedeutende Abweichungen von der Regel zeigen.

Die Blüthen stehen auf einem eng bemessenen Raum von 1—2cm, manchmal aber auch bedeutend grösseren Durchmesser, dem Blüthenboden, jede in einer besonderen Alveole und ohne Bracteen, dicht beisammen, in der Zahl zwischen 200 und 400. Sie sind, wie bei allen Cichorieen, hermaphrodit und zeigen proterandrische Dichogamie. Der Honig wird von einem, die Basis des Griffels umgebenden Discus, von Hildebrand Nectarkragen genannt, abgesondert (Fig. 24D) und steigt nach Hermann Müller bis in die oberen Partieen der Griffelröhre empor, so dass er selbst sehr kleinen Insekten von nur geringer Rüssellänge zugänglich ist. Diesem Umstand einerseits und der hohen Augenfälligkeit der Inflorescenz anderseits mag es zuzuschreiben sein, dass die Pflanze von einer ungewöhnlich grossen Zahl der verschiedenartigsten Insekten besucht wird, die unbewusst das Bestäubungswerk vollbringen.

Nach den scharfen Beobachtungen des bereits erwähnten berühmten Blumenbiologen Hermann Müller wird T. officinale besucht von 93 verschiedenen Insektenarten und zwar:

I. Hymenoptera:
  1. Apidae: 58, worunter vornehmlich die Gattungen Apis und Bombus;
  2. Formicidae: 1;
  3. Tenthredinidae: 1;

II. Diptera:
  1. Empidae: 3, darunter die bekannte Empis livida.
  2. Syrphidae: 15;
  3. Muscidae: 3;
III. Lepidoptera: 7;
IV. Coleoptera: 4, worunter auch Coccinella, das jedoch vergebens zu saugen versucht.
V. Hemiptera: 1.

Nach demselben Forscher[1]) wird die gleiche Pflanze in alpinen Gegenden besucht von: 9 Coleoptera, 36 Diptera, 28 Hymenoptera, 35 Lepidoptera, wovon 32 Makro- und 3 Mikrolepidoptera.

Der Griffel besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen Zellen an Länge die Breite mehrfach übertreffen. Zwei getrennte Gruppen von Spiralgefässen durchziehen denselben, die bei der Gabeltheilung in die beiden Aeste verlaufen, um wenig unter der Spitze der letzteren zu endigen. In morphologischer Hinsicht zeigt er den typischen Bau des Compositengriffels. Bei der Pollenreife durchstösst er den 2—5 mm langen Antherencylinder und wächst noch 3—5 mm über denselben hinaus. Auf der Aussenseite des hervorragenden Theils ist er mit spitz auslaufenden, einzelligen Haaren, den sog. Fegehaaren, dicht besetzt, die sich in unveränderter Gestalt auf die Aussenseite der Narbenäste fortsetzen. Bei der erwähnten Streckung des Griffels werden die für die Compositen charakteristischen mit Leisten und Warzen versehenen Pollenkörner[2]) von den Fegehaaren aufgenommen und festgehalten, um sie gelegentlich den besuchenden Insekten auszuliefern. Die 1—2 mm langen Griffelschenkel werden auseinander gespreizt und zeigen auf ihrer Innenseite 12 und mehr Reihen papillöser Auswüchse, Narbenpapillen, und sind in dieser Ausbildung nun geeignet, den Pollen, welcher von Insekten aus jüngeren Blüthen hergebracht wird, abzustreifen und zum Keimen zu bringen.

Da die Narbenäste 1—1½ Spiralumläufe machen, so findet nach Herm. Müller bei ausbleibendem Insektenbesuch „Selbstbestäubung in grosser Ausdehnung“ statt. F. Hildebrand[3]) dagegen sagt: „Dass eine Selbstbestäubung, deren Vermeidung nach den Einrichtungen in der Geschlechtsentwickelung schon deutlich ist, auch in der That nicht stattfindet, kann man leicht an solchen Blüthen beobachten, welche man im Zimmer, gegen Insektenbesuch geschützt, hat aufgehen lassen.“

---

[1]) Herm. Müller, Alpenblumen 1881.

[2]) Nach Hassal in Darwin: „Wichtigkeit der Kreuzung und Selbstbefruchtung“ hat T. officinale in jeder Blüthe ca. 243 600 Pollenkörner.

[3]) F. Hildebrand, Ueber die Geschlechtsverhältnisse bei den Compositen. Dresden 1869.

Da mir letztere Arbeit zu spät bekannt wurde, war es mir hierorts nicht mehr möglich, einen Versuch anzustellen, um den streitigen Punkt zu entscheiden, hingegen behalte ich mir die Erledigung der Frage für später vor.

Zur Feststellung der Entwickelungsdauer von der ersten Anthese bis zur Aussaat der Frucht habe ich an verschiedenen Standorten und zu verschiedenen Zeiten Stöcke markirt. In zwei Fällen konnte ich 19, resp. 20 Tage bis zum ausgereiften Stadium constatiren, in einem dritten Fall dagegen bedurfte der Fruchtknoten bis zur Aussaat der Frucht nur 17 Tage. Die auffällige Verspätung bei den ersten Objecten muss dem inzwischen eingetretenen zweitägigen Regenwetter und der dadurch ungünstig beeinflussten Anthese zugeschrieben werden.

Wohl in keinem Fall findet bei allen Blüthen Befruchtung statt. In allen näher untersuchten Köpfchen zeigten sich unbefruchtete Individuen, die an ihrem meist blassgefärbten und zusammengesunkenen Pericarp und dem kurz gebliebenen Pappusstiel leicht kenntlich sind. Die Zahl derselben ist jedoch äusserst verschieden. Während an sonnigen, stark exponirten Standorten sich in einem Fruchtstand auf 2—300 Blüthen manchmal kaum mehr als 10 unbefruchtete finden liessen, zählte ich von einem Exemplar, das im Schatten eines Gebüsches aufgewachsen war und sich infolge dessen keines ausgiebigen Insektenbesuches zu erfreuen hatte, auf 236 Blüthen 82 unbefruchtete Individuen. Die Zahl der letzteren nimmt bei später blühenden Exemplaren ganz erheblich zu und kann sogar die Zahl der befruchteten übertreffen. Schon diese Erfahrung dürfte geeignet sein, die Angaben Hildebrand's gegenüber denjenigen Herm. Müller's zu stützen. Dass die unbefruchteten zumeist am Rande stehen, lässt sich wohl aus dem centripetalen Aufblühen erklären, indem die Insekten erst die vollentwickelte und demzufolge auch auffälligere Inflorescenz besuchen und dann die Bestäubung der Randblüthen eben vernachlässigen.

In dem zur Aussaat reifen Fruchtstand wird die Verbindung der Achänien infolge der schirmförmig ausgespreizten Pappushaare gelockert, so dass leichte Windstösse sowie andere mechanische Einflüsse die Frucht wegheben und unter günstigen Verhältnissen an den Ort der Keimung führen, wobei der vortheilhaft entwickelte Pappus die Rolle eines Fallschirms übernimmt.

Erläuterung der Tafeln.

Fig. 1. Der Embryosack vor der Befruchtung. Die stark tingirten Endothelzellen nur schematisch. e = prim. Endospermkern, ov = Eizelle, sy = Synergide, ant = Antipoden. Rechts ein Stück der innersten Integumentschicht. $^{730}/_{1}$.

„ 2. Dasselbe. Die zwei tiefern Antipoden nach einem andern Präparat eingezeichnet. $^{640}/_{1}$.

„ 3. Embryosack mit befruchteter Eizelle. $^{460}/_{1}$.

„ 4. Embryosack mit einer Synergidenbefruchtung. m_1, m_2 Membranen von Eizelle und Synergide. po = Pollenschlauchende. e^{I} und e^{II} = Endospermkern, sichtbar bei höherer Einstellung, e^{III} und e^{IV} = Endospermkern, sichtbar bei tieferer Einstellung. $^{620}/_{1}$.

„ 5. Getheilte Eizelle und zwei freie Endospermkerne. $^{460}/_{1}$.

„ 6. Dasselbe.

„ 7. Dasselbe. Die Antipoden hier besonders deutlich.

„ 8. Keimzelle bereits in Zweitheilung durch eine äquatoriale Wand. Teilfiguren der Endospermkerne. $^{730}/_{1}$.

„ 9. Embryosack mit dreizelligem Embryo, da in der obern Hälfte bereits eine neue Wand, in der Ebene des Papiers gelegen, entstanden ist. Vier freie Endospermkerne. $^{730}/_{1}$.

„ 9a Embryo um 90° gedreht, desshalb erste Wand in der obern Etage senkrecht zur Tafelebene. $^{460}/_{1}$.

„ 10. Embryo mit vierzelliger Ober- und zweizelliger Unterhälfte. $^{730}/_{1}$.

„ 11. Embryo mit drei abgegliederten Dermatogenzellen. Theilfiguren in den Endospermkernen. $^{460}/_{1}$.

„ 12. Weiter differenzirter Embryo. Die Dermatogenbildung ist in der cotylen Hälfte fast beendet. Bereits sind Vorkeimzellen zum Keimkörper übergetreten. $^{730}/_{1}$.

„ 13 u. 13a. Dasselbe. In 13a nur die zum Keim übertretenden Vorkeimzellen eingezeichnet. 13: $^{730}/_{1}$, 13a: $^{460}/_{1}$.

„ 14. Dasselbe. $^{730}/_{1}$.

„ 15. Embryosack mit unbefruchtet gebliebener und stark angeschwollener Eizelle, sowie einer blasig aufgetriebenen Synergide. Eine beginnende Deformation. $^{460}/_{1}$.

„ 16. Embryo von einer andern Seite betrachtet. $^{730}/_{1}$.

„ 17. Die Vorgänge in der obersten Vorkeimzelle. Einsenkung am Scheitel des Keimes als Vorbereitung zur Anlage der Cotyledonen. $^{730}/_{1}$

„ 17a u. 17b. Zelltheilungen der obersten und zweitobersten Vorkeimzelle. $^{460}/_{1}$.

„ 18 u. 18a. Untere Partieen von Embryonen. In den Vorkeimzellen entstehen auch schiefansetzende Membranen $^{460}/_{1}$.

„ 19. Eine bereits abgetrennte Schicht für die Wurzelhaube. Innen eine Lage von Initialzellen. $^{730}/_{1}$.

„ 20. Embryosack mit der ersten Endospermschicht. Degenerirte bedeutend angeschwollene Synergide mit schaumigem Plasma. $^{460}/_{1}$.

„ 21. Medianer Längsschnitt durch einen Embryo. Pleromcylinder und Cotyledonen. Die innerste Samenhaut angedeutet. $^{310}/_{1}$.

„ 22. Untere Partie vom medianen Längsschnitt eines bald reifen Embryos. Wh = Wurzelhaube, De = Dermatogen, Pe = Periblem, Pl = Plerom. $^{460}/_{1}$.

„ 23. Habitusbild. Längsschnitt durch den Fruchtknoten im Stadium der Anthese. Bezeichnung leicht verständlich. $^{70}/_{1}$.

„ 24. Ein Fruchtknoten mit zwei normal entwickelten und befruchteten Samenanlagen. D = Discus. $^{25}/_{1}$.

„ 25. Partie aus dem Querschnitt eines jungen Fruchtknotens. ep = Epidermis des Pericarps mit beginnender Auswachsung der Zellen, ast Anlagen der Stereïdenbündel, gb = Gefässe, pz = in Auflösung begriffene Pericarpzellen, cob = sich degenerirende Collenchymzellen, ash = äussere Integumentschicht. $^{460}/_{1}$.

„ 26. Partie eines Querschnittes durch Frucht- und Samenschale der reifen Frucht, ep = Epidermis, p = Pericarp mit zwei Stereïdenbündeln (st) und porösen Zellen, S_{I}, S^{II} und S^{III} äussere, mittlere und innere Samenhaut. $^{460}/_{1}$.

„ 27. Stück aus der äussern Samenhaut mit spiralig verdickten Zellen. $^{460}/_{1}$.

„ 28 u. 29. Partieen vom Längsschnitt durch das Pericarp der reifen Frucht mit je einem Stereïdenbündel. Fig. 28 vom untern Theil, Fig. 29 eine Emergenz im Längsschnitt. gb = Gefässe. $^{460}/_{1}$.

Archegoniatenstudien.

Von

K. Goebel.

8. Hecistopteris, eine verkannte Farngattung.

(Mit 7 Textfiguren.)

Unter den von mir in Südamerika gesammelten Farnen[1]) fiel mir eine in den feuchten, sumpfigen Wäldern Guianas auf Baumrinden wachsende zierliche Form besonders auf. Es ist die Gymnogramme pumila Sprengel, von der Hooker (Second century of ferns Tab. VIII) sagt: „A very distinct and remarkable Fern; till recently, supposed to be peculiar to French and Dutch Guiana, now found in Brazil, and, still more recently even, off the Coast of Veraguas in the Pacific.“ Trotz dieser weiten Verbreitung scheint G. pumila nirgends häufig zu sein; in dem kleinen Theile von Britisch Guiana, den ich kennen lernte, traf ich sie nur zweimal an, am Amakuru und am Mazaruni. Freilich kann eine so kleine Form auch leicht übersehen werden. An den Stämmen, auf denen sie vorkommt, wächst sie gesellig.

Es schien mir von Interesse, die Geschlechtsgeneration dieser von anderen Gymnogramme-Arten habituell so sehr abweichenden Art[2]) kennen zu lernen. Leider erwies sich das mitgebrachte Sporenmaterial als nicht mehr keimfähig. Wie bei nicht wenigen anderen in feuchten Wäldern wachsenden Farnen scheint die Keimfähigkeit der Sporen, obwohl sie kein Chlorophyll enthalten, rasch zu erlöschen. Es fanden sich aber auf der Baumrinde mit den Gymnogrammepflanzen zusammen eine Anzahl Prothallien, von denen mir sofort klar war, dass sie einer Vittariee angehören müssten.

Es war mir nämlich früher gelungen, nachzuweisen[3]), dass bei Vittaria und Monogramme die Geschlechtsgeneration eine Gestaltung aufweist, welche von der als „typisch“ betrachteten Form des Polypodiaceen-

---

1) Herr Dr. Christ in Basel hatte die Freundlichkeit, dieselben zu bestimmen, wofür ich ihm auch hier meinen besten Dank aussprechen möchte.

2) Dieser Habitusunterschied hat offenbar Veranlassung zur Aufstellung der Smith'schen Gattung gegeben (vgl. unten). Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auf Habitusdifferenzen für die Gattungseintheilung kein Gewicht gelegt werden darf.

3) Zur Keimungsgeschichte einiger Farne, Annales du jardin botanique de Buitenzorg Vol. VII pag. 74—117.

vorkeims weit abweicht. Es sind die Vittaria- und Monogramme-Prothallien einschichtige, mit zahlreichen Lappen versehene Gebilde, ausgezeichnet durch reichliche Bildung von Brutknospen, die sonst nur für eine Anzahl Hymenophylleen-Prothallien bekannt sind (vgl. a. a. O. und die dort angeführe Litteratur); die Archegonien stehen in einer Mehrzahl von Gruppen am Rand des Prothalliums hinter einer meristematischen Partie desselben. In beiden Punkten stimmen die mit „Gymnogramme pumila“ zusammen gefundenen Prothallien, wie unten kurz darzulegen sein wird, mit den Vittaria-Prothallien überein. Und da wenigstens einmal eine junge Pflanze im Zusammenhang mit einem solchen Prothallium gefunden wurde, da ausserdem ganz dieselben Prothallien mit Gymnogramme pumila zusammen auch an in anderen Theilen Südamerikas gesammelten Exemplaren des Berliner Herbars, die ich einsehen konnte, sich fanden, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass alle oder wenigstens eine Anzahl der eigenthümlichen Prothallien zu „Gymnogr. pumila“ gehören; nicht ausgeschlossen ist natürlich, dass ausserdem Vittarieen-Sporen angeflogen und ausgekeimt waren oder Brutknospen einer Vittariee sich zu Prothallien entwickelt hatten.

Wurde nun schon durch die Beschaffenheit der Prothallien — die von denen aller Gymnogrammearten abweichen, deren Sporenkeimung bekannt ist - äusserst wahrscheinlich, dass es sich bei Gymnogr. pumila um eine irrig in die Gattung Gymnogramme eingereihte Form handelt, so kommt noch eine andere Eigenthümlichkeit hinzu, die mich nicht daran zweifeln lässt, dass „Gymnogr. pumila“ eine Vittariee ist.

Mettenius[1]) hat bei Vittaria, Monogramme und Antrophyum einzeln liegende sklerenchymatische Epidermiszellen aufgefunden, die später von Lürssen[2]) genauer untersucht wurden. Diese sind für diese Vittarieen, da sie sonst bei keinen anderen Farnen bekannt sind, ein charakteristisches Merkmal. Sie finden sich nun auch bei der in Rede stehenden Farnart, wie Fig. 1 ohne weitere Beschreibung zeigen wird; die Bauverhältnisse dieser Spikularzellen stimmen mit denen der übrigen Vittarieen überein. Sie besitzen eine stark verdickte geschichtete Aussenwand und sind durch ihre gestreckte, an beiden Enden spitz zulaufende Form ausgezeichnet. Da „Gymnogramme pumila“ demnach von der Gattung Gymnogramme ausscheidet und

---

1) Filices horti botanici Lipsiensis p. 25, ferner in Miquel, Ann. musei botanic Lugduno-Batav. Vol. IV, pag. 174.

2) Lürssen, Filices Graeffeanae in Schenk und Lürssen, Mittheilungen I pag. 76.

nicht in eine der bestehenden Vittarieengattungen eingereiht werden kann, so ist sie als Vertreter einer besonderen Vittarieengattung zu betrachten. Für diese einen neuen Namen zu schaffen, ist glücklicherweise nicht nothwendig. Denn von Smith ist die in Rede stehende Farnart früher schon als „Hecistopteris pumila“ [1]) bezeichnet worden, ein Name, der wieder aufzunehmen ist.

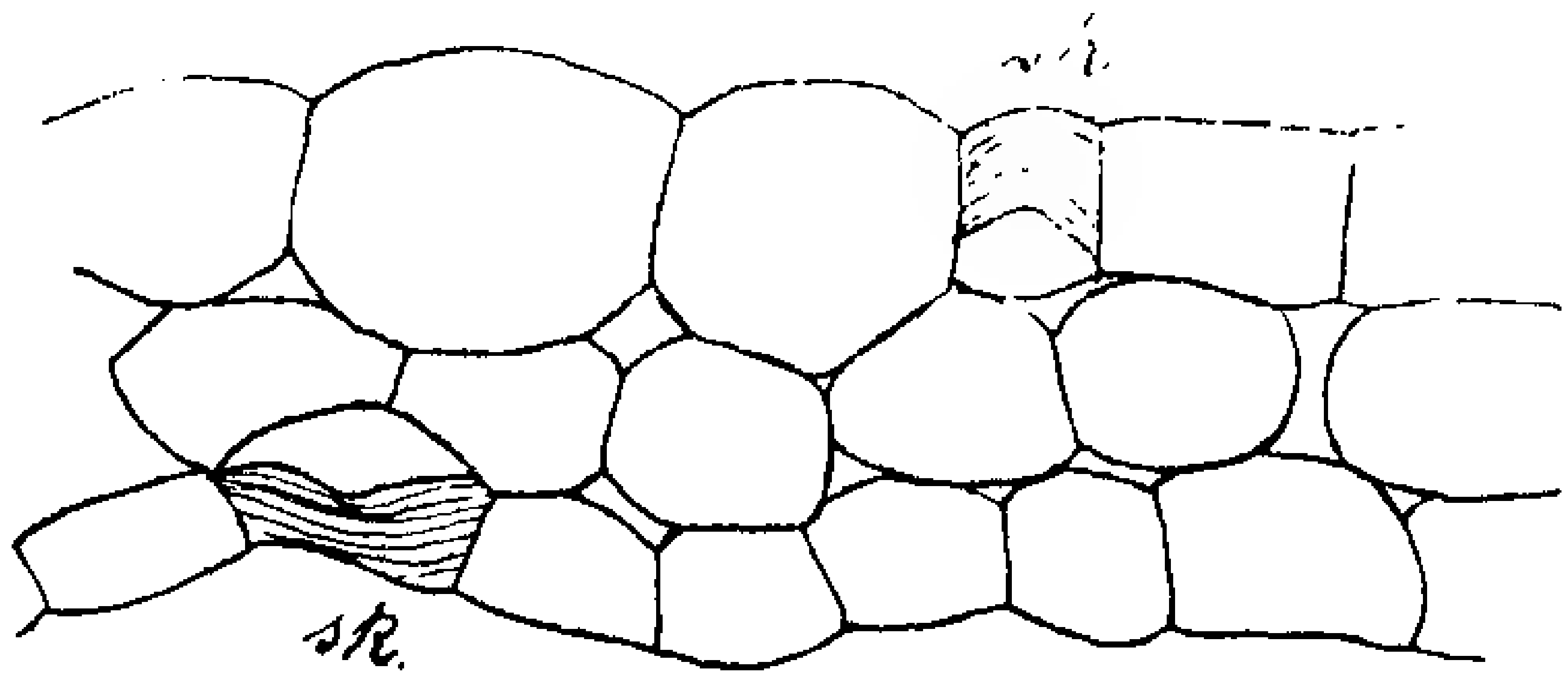


Fig. 1. Querschnitt durch ein Blatt. In der Oberseite und der Unterseite ist je eine Spikularzelle *(sk)* getroffen. Das Mesophyll besteht aus einer Zellschicht. Von den auf der Blattunterseite befindlichen Spaltöffnungen ist keine getroffen.

Die vorstehend begründete Umstellung schien mir aus einem methodologischen Grunde einiges Interesse zu verdienen. Unsere Farnsystematik ist bis jetzt ausschliesslich begründet auf die Eigenschaften der ungeschlechtlichen Generation; und zwar sind auch hier nur einzelne Momente, wie z. B. Gestalt und Anordnung der Sporangien berücksichtigt worden. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass dies eine, lediglich aus äusseren Gründen herrührende Einseitigkeit ist und dass eine wirklich natürliche Gruppirung auch die Beschaffenheit der geschlechtlichen Generation berücksichtigen muss. Ich habe in dieser Beziehung früher [2]) hingewiesen auf das Verhalten der Gattung Anogramme, deren beide genauer bekannte Vertreter in ihrer Geschlechtsgeneration ganz charakteristische Gestaltungsverhältnisse aufweisen. Einen weiteren Fall bieten die Vittarieen. In vielen Fällen allerdings wird es kaum gelingen, in dem Verhalten der Prothallien brauchbare Merkmale für die systematische Charakteristik zu finden, obwohl scheinbar übereinstimmende Prothallien verschiedener Arten sicherlich von einander verschieden sind, wenn auch die Differenz äusserlich nicht hervortritt. Wo aber eine solche Verschiedenheit wahrnehmbar ist, wird sie ein werthvolles Hilfsmittel zur Charakteristik der ganzen Pflanze darbieten. Bei den Moosen wird es niemand einfallen, eine Charakteristik der Gattungen und Arten nur auf die Eigenthümlichkeiten der ungeschlechtlichen Generation, des Sporogons,

---

1) In London Journal of Botany I p. 193. (Citirt nach Hooker; die Zeitschrift ist mir nicht zugänglich.)

2) Flora 1889 p. 20 ff.

zu gründen. Bei den sämmtlichen Pteridophyten befinden wir uns aber thatsächlich noch auf diesem einseitigen Standpunkt!

Ehe ich auf eine kurze Schilderung der Prothallien eingehe, möchte ich nur noch auf die Wachsthumsweise von Hecistopteris hinweisen. Hooker (a. a. O.) — und, soweit ich verglichen habe, auch alle andern Autoren — schreibt derselben ein kriechendes, fadenförmiges Rhizom zu („caudice repente filiformi"). In der That aber handelt es sich hier nicht um Rhizome, sondern um Wurzeln, an denen neue Pflanzen entstehen. Es ergibt sich dies daraus, dass die fadenförmigen „Rhizome" an ihrer Spitze eine Wurzelhaube haben, und auch aus ihrem anatomischen Bau.[1]) Ferner haben sie keine Spur der eigenthümlichen, mit verdickten Längs- und Querwänden der Zellen versehenen Paleae, welche die Basis der Sprosse umgeben. Eine Verzweigung der letzteren habe ich nie beobachten können, während die Wurzeln sich verzweigen können.

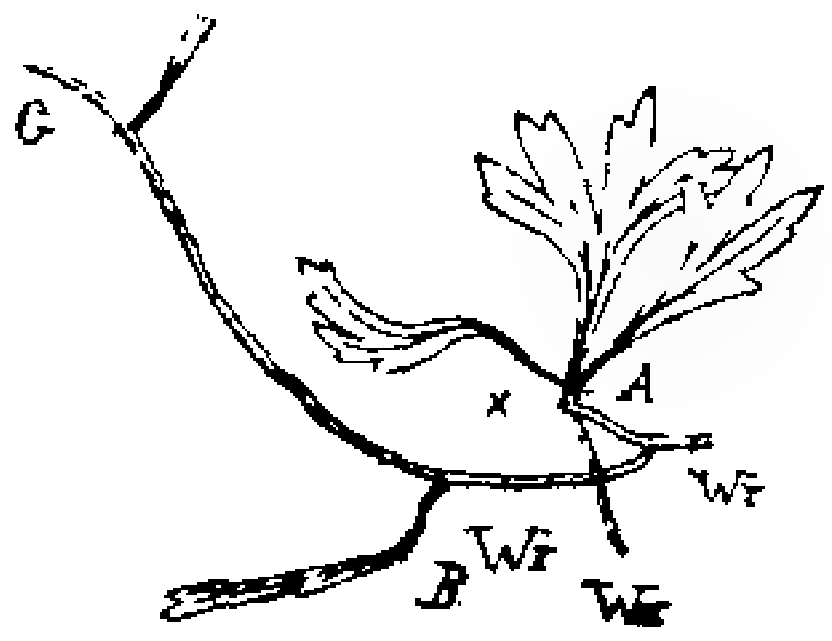


Fig. 2. Wurzeln mit Adventivsprossen (etwas verkleinert). Es sind 3 Adventivpflanzen verschiedenen Alters (*A*, *B*, *C*) vorhanden, von denen *B* und *C* je nur ein Blatt entwickelt haben, während *A* deren 3 zeigt. Die Wurzel W_I ist verzweigt, bei *x* ist der Wurzelast, an dem *A* entstand, abgebrochen, W_{II} Wurzel, welche an der Sprossaxe von *A* entstand.

Mein getrocknetes Material reichte nicht aus, um zu untersuchen, wie die Sprosse an den Wurzeln entstehen. Bekanntlich kann bei einigen Farnen die Wurzelspitze zur Sprossspitze werden (Asplenium esculentum, Platycerium-Arten), oder es findet die Anlage des „Adventivsprosses" dicht hinter der Wurzelspitze statt (Ophioglossum). Jedenfalls ist Hecistopteris pumila mit Verbreitungs-

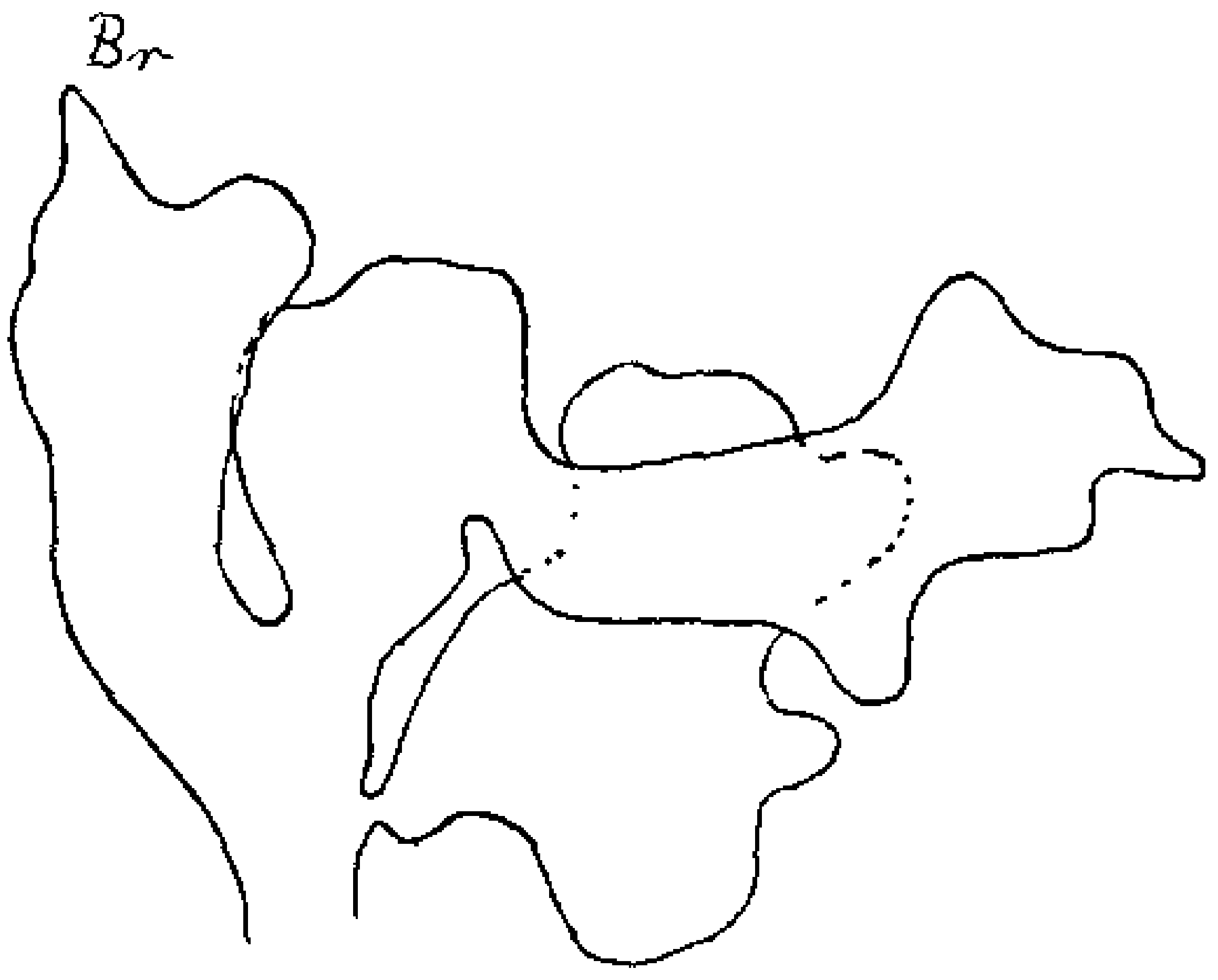


Fig. 3. Habitusbild eines Prothalliums, bei *Br*. Brutknospenbildung.

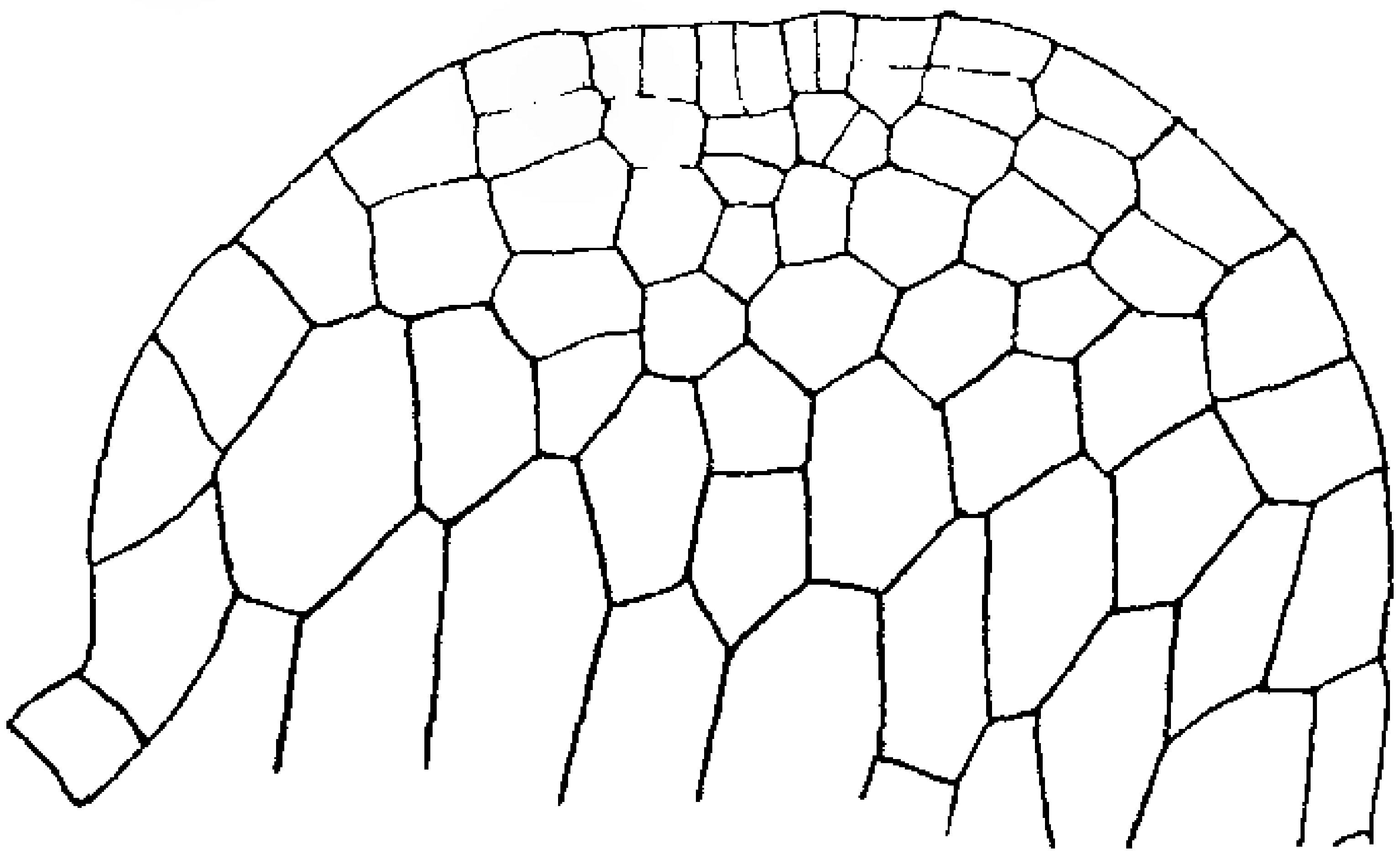


Fig. 4. Meristem eines Prothalliumlappens.

---

1) Es ist ein diarches Leitbündel vorhanden. Bemerkenswerth ist die starke Verdickung der Seitenwände der Epidermiszellen und die netzfaserige Verdickung der Zellen der Wurzelrinde.

mitteln ziemlich gut ausgestattet, da es ausser den Sporen noch Wurzelsprosse hervorbringt und auch die Prothallien sich reichlich durch Brutknospen vermehren.

Die Umrissform der Prothallien ist, wie schon oben erwähnt wurde, eine unregelmässig-lappige, was einerseits offenbar durch den von mir früher für Vittaria beschriebenen Verzweigungsvorgang, andererseits durch das Auftreten von Adventivsprossen am Prothalliumrand zustande kommt. Fig. 3 gibt ein Habitusbild eines Prothalliums, Fig. 4 zeigt die Zellenanordnung an der Spitze eines meristematischen Prothalliumlappens; es ergibt sich aus der Abbildung, dass eine „zweischneidig-keilförmige Scheitelzelle“ hier nicht vorhanden ist, sondern ein Randzellenwachsthum, wobei wenige in der Mitte gelegene Initialen (hier zwei) am meisten den Charakter von Theilungszellen haben. Vielfach sind, wie dies in Fig. 5 der Fall ist, einzelne Prothalliumlappen lang ausgezogen, diese tragen dann Brutknospen. Die letzteren können aber auch am Rande eines breiten Prothalliumlappens auftreten.

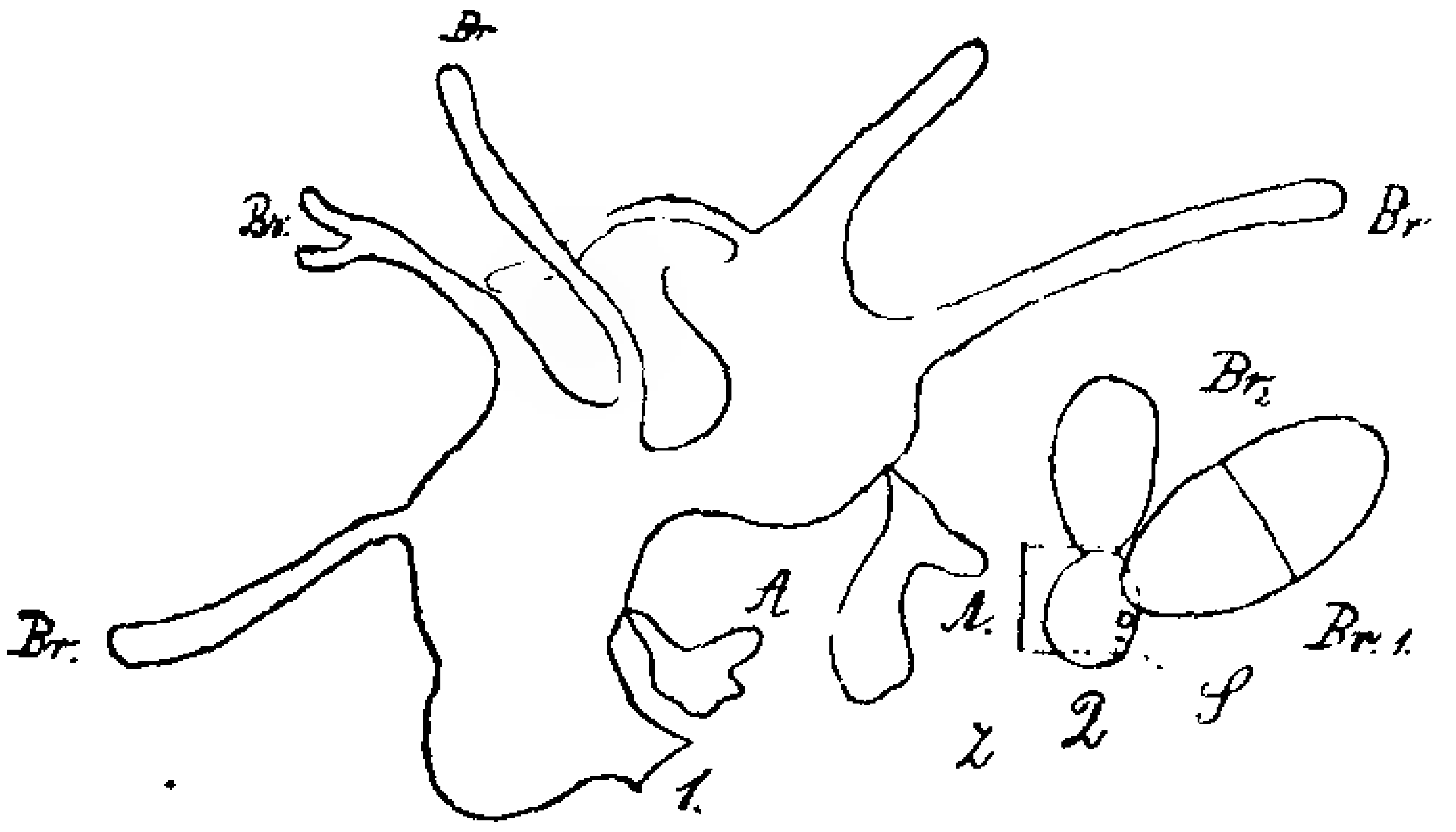


Fig. 5. *1* Habitusbild eines Prothalliums; an demselben einige lang ausgezogene Brutknospen bildende Lappen *(Br)* und zwei Adventivprothallien *(A)*. *2* eine Brutknospen bildende Zelle einzeln gezeichnet, *S* Sterigma, Br_1, Br_2 zwei junge Brutknospen.

Die Brutknospenbildung erfolgt ganz in der für die Vittarieen-Prothallien typischen, früher geschilderten Weise. Die Brutknospen sind keulenförmige, gewöhnlich aus vier Zellen bestehende Zellkörper (Fig. 7 *1*). „Die beiden Endzellen unterscheiden sich von den übrigen, welche mit Chlorophyll und Stärke vollgepfropft sind, durch geringere Grösse und mangelnden oder doch sehr geringen Chlorophyllgehalt. Die eine derselben zeigt einen nahezu kreisförmigen braunen Fleck: die Stelle, an welcher die Brutknospe ihrer Trägerzelle aufsass. Diese Trägerzellen sind nicht gewöhnliche Prothalliumzellen, sondern zur Brutknospenbildung verwendete Organe, die im Folgenden als Sterigmen bezeichnet werden sollen.“ Diese früher für die javanischen Vittarieen gegebene Schilderung (a. a. O. p. 82) passt auch wörtlich für Hecistopteris. Die annähernd eiförmigen Sterigmenzellen gehen aus den Randzellen eines Prothalliumlappens auf dessen nach unten gekehrter Seite hervor. Und zwar können, wie Fig. 7 zeigt, aus einer Prothalliumzelle mehrere Sterigmen sich bilden und an einem Sterigma mehrere Brutknospen hervorsprossen, so dass die Brutknospenbildung auch hier eine recht ausgiebige ist. „Die Brutknospe bildet sich am Sterigma durch einen der Sprossung der Hefezellen vergleichbaren Vorgang. Es bildet sich nämlich ein ursprünglich gleichmässig schmaler, später an seiner Basis eingeschnürter, an der Spitze erweiterter Auswuchs am Sterigma, der durch eine Wand von letzterem abgetrennt, die Mutterzelle der Brutknospe darstellt.“ Diese theilt sich, wie Fig. 4, 2 zeigt, zunächst durch eine Querwand, jede der beiden so entstandenen Zellen trennt eine Endzelle ab und wir erhalten so die Form der Brutknospe, von der wir ausgingen. Gelegentlich kann die Zahl der mittleren Zellen auch höher sein als zwei. Aus einer von ihnen geht, wie Fig. 2, 3 zeigt, eine neue Prothalliumfläche hervor. Die Endzellen der Brutknospen wachsen entweder zu kurzen Haarwurzeln aus oder gehen zu Grunde.

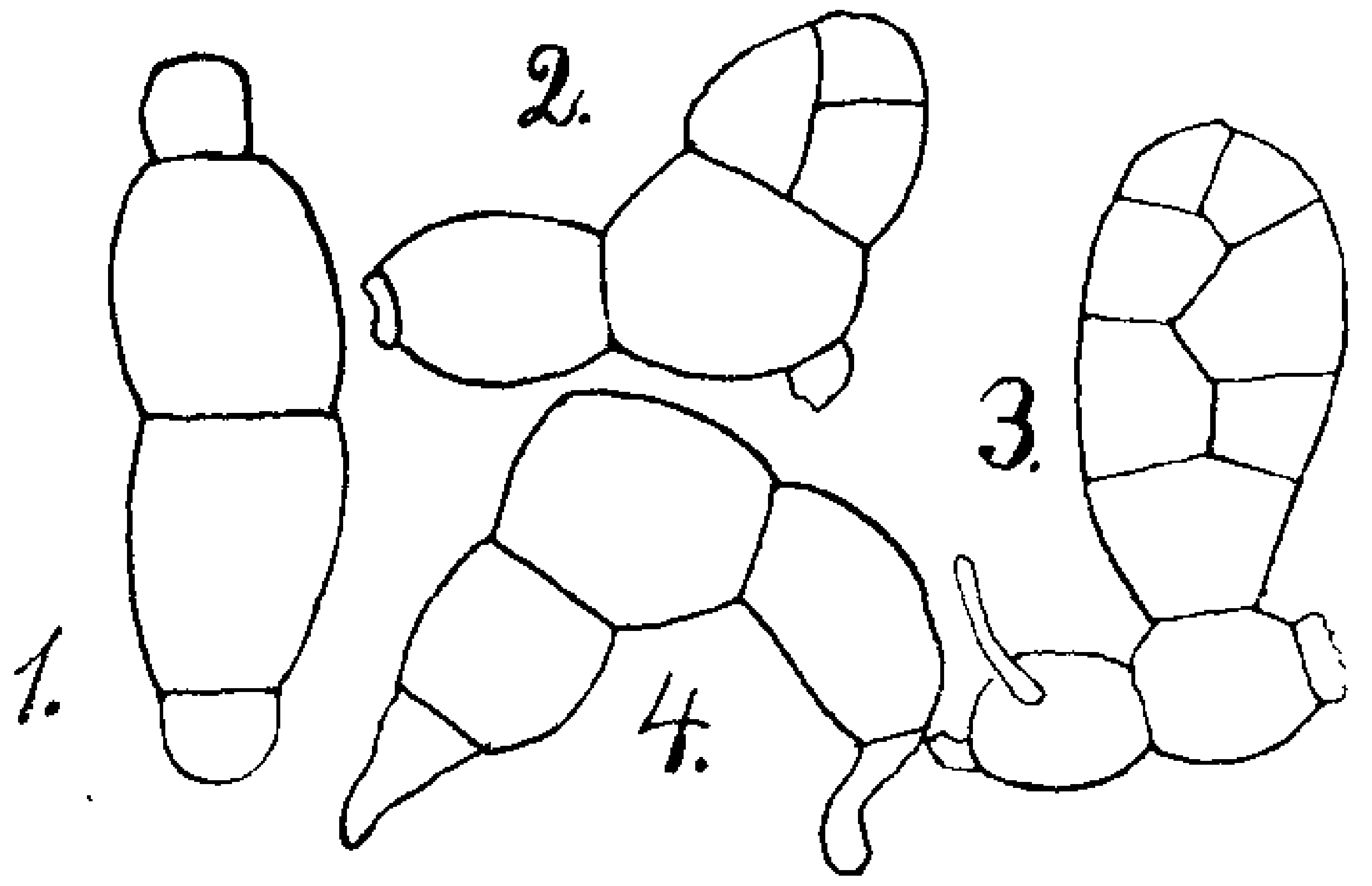


Fig. 6. (Stark vergr.) *1* fertige Brutknospe. *2* und *3* Brutknospen, welche junge Prothalliumflächen erzeugt haben. *4* Brutknospe, deren Endzellen zu kurzen Haarwurzeln ausgewachsen sind (bei *2* und *3* sind dieselben verkümmert).

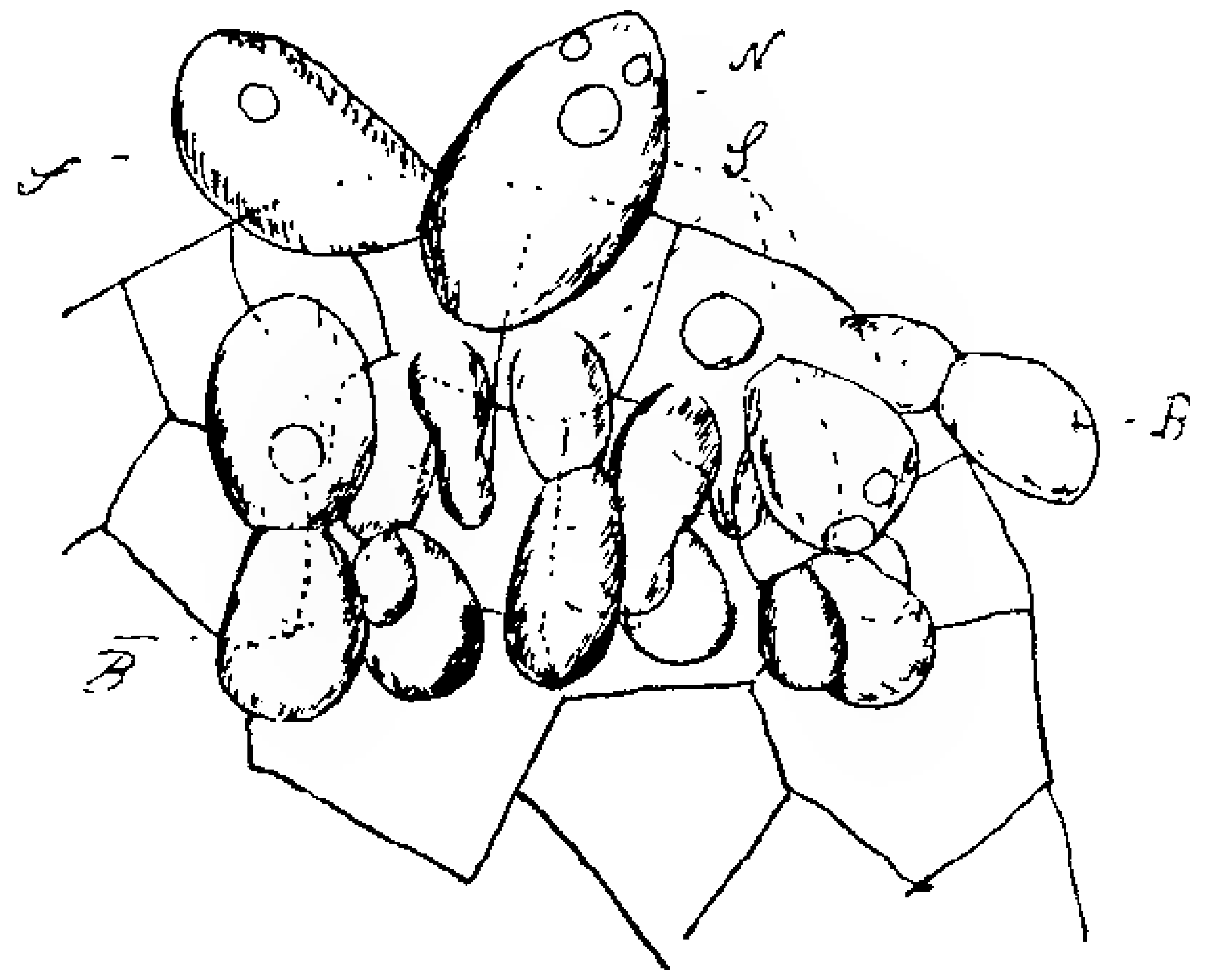


Fig. 7. Spitze eines Brutknospen tragenden Prothalliumlappens von der Unterseite. *S* Sterigmen, *N* Narben abgefallener Brutknospen, *B* Anlagen von Brutknospen.

Die untersuchten Prothallien waren durchaus einschichtig. Obwohl sie in grösserer Zahl (etwa 30) zur Untersuchung gelangten, konnten Geschlechtsorgane nicht gefunden werden. Entweder bilden diese sich nur zu bestimmten Jahreszeiten (vielleicht am Ende der Regenperiode, ich sammelte die Pflanzen im Beginn der Regenzeit) oder es leben diese Prothallien, was nicht unwahrscheinlich ist, vielfach längere Zeit rein vegetativ sich vermehrend und bringen Geschlechtsorgane (namentlich Archegonien) nur unter besonders günstigen Wuchsverhältnissen hervor. So findet sich in der Umgebung Münchens Metzgeria furcata vielfach auf Baumstämmen in einer durch Brutknospen massenhaft sich fortpflanzenden Form, die aber entweder gar keine Geschlechtsorgane oder doch nur Antheridien besitzt, während an der Basis der Baumstämme üppig wachsende, mit Geschlechtsorganen versehene Metzgeriapflanzen sich finden, die offenbar unter günstigeren Ernährungsbedingungen stehen.

Es fragt sich nun noch, ob die oben für die Kennzeichnung der systematischen Stellung von Hecistopteris gewählten Charaktere durchgreifende sind. Die Gruppe der Vittarieen besteht derzeit meiner Ansicht nach aus folgenden Gattungen: Vittaria, Antrophyum, Anetium, Monogramme, Hecistopteris und einem Theil der Arten von Taenitis. Betreffs Vittaria und Monogramme kann ich auf früher Gesagtes verweisen, sie haben beide sowohl Spikularzellen, als die eigenthümliche Prothalliumform [1]). Hecistopteris stimmt mit ihnen, wie oben gezeigt, überein. Anetium citriforme [2]) habe ich sowohl in Venezuela als in Guiana gesammelt. Es wächst als Epiphyt auf Baumstämmen und unterscheidet sich von den habituell ähnlichen Antrophyumarten durch sein kriechendes Rhizom, an welchem die Blätter einzeln stehen, während sie bei Antrophyum gedrängt sind und die Sprossachse bei dem von mir in Venezuela gesammelten Anthrophyum cayennense ganz verhüllt ist durch einen dichten röthlichen Wurzelfilz, der namentlich zu Stande kommt durch die zahlreichen, sehr langen, frei zu Tage tretenden

---

1) Ich brauche wohl kaum hervorzuheben, dass ich diese beiden Charaktere nicht als die einzigen für die Zugehörigkeit zu den Vittarieen entscheidenden betrachte. Auf die andern, speciell die Anordnung der Sporangien gehe ich desshalb nicht ein, weil sie ja bisher den Ausschlag für die Aneinanderreihung der Gattungen gegeben hat. Prantl hat in seiner — unvollständig gebliebenen — Arbeit „Das System der Farne“ (Arb. a. dem kgl. botan. Garten zu Breslau 1. Heft 1892 p. 17) die „Vittariinae“ beschränkt auf Monogramme, Antrophyum, Vittaria. Er würde, wenn er diese Gruppe selbst noch hätte bearbeiten können, wohl auch zu der Ansicht gekommen sein, dass Anetium jedenfalls hierher gehört (eventuell als Art von Antrophyum) und dass die jetzige Gattung Taenitis nicht in ihrem derzeitigen Umfang aufrecht erhalten werden kann. Auf einem Versehen beruht es wohl, wenn Prantl die Spikularzellen seiner drei Vittariinen-Gattungen nur auf der Blattoberseite vorkommen lässt. Die Paleae von Taenitis angustifolia sind ebenso gebaut, wie die von Hecistopteris, was in Bezug auf eine andere Bemerkung Prantl's hier angeführt sein mag.

2) Die Stellung dieser Pflanze wird in der Synopsis filicum von Hooker & Baker ebenso verkannt als die von Hecistopteris. Anetium wird nämlich zu Meniscium gestellt (ed. II p. 399), freilich als „an anomalous species, with the habit of Antrophyum, in which genus it is placed by Fée.“ Letzterer hat jedenfalls die Verwandtschaft richtig erkannt.

röthlichbraunen Wurzelhaare, die zusammen einen Wurzelschwamm bilden, der mit Wasser sich leicht vollsaugen kann. Auf diesem Wurzelschwamm fanden sich nicht selten grosse Prothallien von der charakteristischen Vittarieenform, die wahrscheinlich zu Antrophyum gehören. Die Blätter von Anetium besitzen Spikularzellen. Die mitgebrachten Sporen keimten leider nicht und dasselbe Missgeschick stellte sich auch bei den beiden Antrophyum-Arten ein, denen ich auf meiner südamerikanischen Reise begegnete, dem Antrophyum lineatum Kaulf. und dem oben erwähnten Antr. cayennense. Dass bei Antrophyum Spikularzellen sich finden, wurde schon hervorgehoben. Was die Prothallien von Antrophyum anbelangt, so habe ich für eine Form, deren Keimung ich vor 10 Jahren in Java untersuchte, angegeben, dass sie normal herzförmig seien. Die Erfahrung über die Prothallienbildung der südamerikanischen Vittarieen machen es mir aber fraglich, ob meiner Angabe über die Geschlechtsgeneration von Antrophyum nicht vielleicht ein Irrthum (etwa durch Sporenverwechslung) zu Grunde liegt. Jedenfalls wären weitere Untersuchungen darüber erwünscht, welche namentlich auch die Frage zu berücksichtigen hätten, ob vielleicht die Antrophyum-Prothallien einen Uebergang von den Vittarieen-Prothallien zu denen anderer Polypodiaceen darstellen. Anknüpfungspunkte werden sich namentlich mit dem Gymnogramme-Typus der Farnprothallien finden.

Mit Vittaria zusammengestellt wird gewöhnlich (z. B. in der Synopsis filicum) die Gattung Taenitis. Von Taenitis furcata, die ich in Südamerika sammelte, zeigt schon die Anatomie der ungeschlechtlichen Generation, dass sie keine Vittariee ist, es fehlen die Spikularzellen und die eigenthümlichen Schuppen auf dem Blatte stellen einen den Vittarieen fremden Charakter dar. Ebensowenig gehört Taenitis blechnoïdes hierher. Es sind dies die beiden Formen mit getheilten Blättern. Was die Arten mit ungetheilten Blättern anbelangt, so sei über dieselben Folgendes bemerkt. Die Prothallienbildung ist leider bei keiner einzigen bekannt. Taenitis lanceolata[1]) (Neurodium Fée.) hat keine Spikularzellen, sie ist meiner Ansicht nach keine Vittariee, sondern wohl mit Formen wie Hymenolepis verwandt. Die Blätter der T. angustifolia dagegen haben Spikularzellen; die der andern Arten wahrscheinlich ebenfalls. Offenbar sind in der Gattung Taenitis verschiedene Formen zusammengeworfen, von denen die einen zu den

---

[1]) Auf anatomische Einzelheiten gehe ich hier absichtlich nicht ein, da dies besser einer monographischen Untersuchung überlassen bleibt.

Vittarieen (denen sie auf habituell nahe stehen) gehören, die anderen nicht. Es ist dies ein weiteres Beispiel dafür, dass die systematische Gruppirung der leptosporangiaten Farne, wie sie derzeit z. B. in der Synopsis filicum vorliegt, eine durchaus künstliche ist, die zwar gestattet, Farne zu bestimmen, aber über die Stammesverwandtschaft der einzelnen Formen keinen zuverlässigen Aufschluss gibt. So viel auch über Farnsystematik geschrieben worden ist, so wenig kann dieselbe doch den Anspruch erheben, eine wirkliche Darstellung des Farnsystems zu sein. Von den grösseren Gattungen können wohl die wenigsten als natürliche betrachtet werden. Eine eingehende, die gesammten Gestaltungsverhältnisse beider Generationen berücksichtigende Untersuchung wird nöthig sein, ehe z. B. in dem Gewirr der Polypodiaceenformen die natürlichen Verwandtschaftsgruppen und ihre Verknüpfung erkannt sind. Darauf hinzuweisen war der Zweck dieser Zeilen, welche vielleicht einen oder den andern Tropenreisenden veranlassen, auch der Geschlechtsgeneration der Farne einige Aufmerksamkeit zu widmen.

Ueber den Verschluss der Coniferenzapfen.

Von

Tubeuf.

Auf die von G. Kraus in der Flora (Ergänzungsband zum Jahrgang 1895 p. 437) erhobenen Prioritäts-Ansprüche bemerke ich Folgendes: Die Kraus'sche Notiz, „dass die Zapfenschuppen der Coniferen nach der Blüthe sich schliessen und ihre Ränder durch dickwandige Papillen (Haltpapillen) fest in einander fügen“ ist in ihrer Allgemeinheit nicht richtig. Sie gilt auch nicht für „verschiedenste Coniferen“, wie Kraus neuerdings angibt. Ich habe vielmehr gezeigt, dass der Papillen-Verschluss fast nur bei Cupressineen vorkommt und dass bei unseren hauptsächlichsten Zapfenträgern, den Abietineen andere Verschlussarten vorhanden sind.

Bei den Cupressineen aber, wenigstens bei der einzigen von Kraus neuerdings speziell angeführten Gattung Juniperus, hat Kraus diesen Verschluss nicht entdeckt.

Vielmehr ist derselbe schon als „verwachsene Naht“ bezeichnet und sogar abgebildet auf Tfl. 44 des anatomischen Atlasses der pharmaceutischen Waarenkunde von O. Berg, einem Werke, welches G. Kraus bei Abfassung seiner Dissertation „Ueber den Bau trockner Pericarpien“ vorgelegen hat. Es ist wenigstens darin citirt und kritisirt.

Die Kraus'sche Angabe blieb wohl von allen Botanikern unbeachtet, da sie nur in dem einen, oben citirten Satze besteht und dieser nur als Anmerkung in Mitte der sonst nirgends von Coniferen handelnden Arbeit gedruckt ist. Es ging mit der früheren Angabe von O. Berg und mit der späteren, viel eingehenderen von Cramer[1]) ebenso. Die letztere behandelt sogar schon bei einzelnen Species die Art des Verschlusses.

Wenn aber Raciborski auf meine Abhandlung gelegentlich hinwies, so hatte er damit nicht so unrecht, denn sie ist meines Wissens wenigstens die einzige, welche dem Zapfenverschluss der Coniferen einen besonderen Abschnitt widmet, die verschiedenen Verschlussarten vergleichend betrachtet und für eine grössere Anzahl namhaft gemachter Species genauer beschreibt.

Ich bedauere übrigens, dass ich diese und andere Litteraturangaben meiner kleinen Publikation nicht früher nachtragen konnte und dadurch wohl auch die Kraus'sche Auslassung veranlasste.

Ich hatte diese und andere Angaben in einer vor langer Zeit begonnenen und jetzt dem Abschlusse nahen Arbeit über die Haarbildungen der Coniferen niedergelegt. Zur Veröffentlichung kommt dieselbe leider erst in der nächsten Zeit, da sie durch Abfassung meiner „Pflanzenkrankheiten“ unterbrochen wurde.

---

[1]) Cramer, „Beitr. z. Kenntn. der Entwickelungsgesch. u. des anatom. Baues der Fruchtblätter der Cupressineen u. der Placenten der Abietineen.“ Flora 1885.

Litteratur.

J. R. Jungner. Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Mit drei Tafeln (Bibliotheca botanica Heft 32, 1895).

Der Verf. theilt seine Arbeit in drei Theile: I. Versuche, Regenblattcharaktere hervorzubringen, II. Beobachtungen über die Blattgestalt auf stets berieselten Plätzen an Wasserstrudeln und Wasserfällen, III. die Gestalt der im Wasser und an zeitweise überschwemmten Ufern wachsenden Pflanzen.

Im ersten Theile suchte der Verf. festzustellen, ob sich durch einen fortwährend auf gewisse Pflanzen herabträufelnden künstlichen Regen „Regenblattcharaktere" hervorrufen lassen, als welche der Verf. betrachtet: hängende Lage, ganze Ränder, glatte Oberseiten, ausgezogene Träufelspitzen, deutliche Gelenkpolster und leichte Benetzbarkeit. Die Resultate sind bei einigermaassen kritischer Prüfung fast nur negative. Bei Camellia japonica fielen die Blätter nach kurzer Zeit ab, was ja vorauszusehen war. Bei Evonymus japonicus „schienen die Sägezähne des Blattrandes etwas reducirt zu sein", bei Vinca minor erhielt ein Blatt eine „sehr kurze Träufelspitze", da dies aber auch bei nicht beträufelten Blättern vorkommt, so ist darauf nichts zu geben. Bei Veronica officinalis wurden die Ränder der Blätter nach 6 Wochen langer Ueberspülung bedeutend weniger scharf gesägt als die Ränder gleichzeitig im Freien entwickelter Blätter. Hier fehlt jede kritische Prüfung über die unter normalen Verhältnissen auftretende Veränderlichkeit der Randserratur. Dass eine gewöhnlich an relativ trockenen Standorten wachsende Pflanze wie V. officinalis bei langer Berieselung abweichende Blattformen hervorbringen kann, soll übrigens nicht geleugnet werden. Wenn der Verf. ferner angibt, dass die Haare reducirt wurden, so fehlen doch nähere Angaben darüber, wann und wie dieser Vorgang eintritt.

Im zweiten Abschnitt theilt der Verf. Beobachtungen über die Blattgestalt auf stets berieselten Plätzen mit. Bei Salix glauca kommen an solchen Stellen deutliche Träufelspitzen vor, was in der Regio alpina nicht der Fall war (es ist nicht gesagt, ob an allen Blättern). Aehnlich soll es bei anderen Pflanzen sein, wobei ganz unklar bleibt, wie der Verf. sich den Vorgang eigentlich vorstellt. Denn zu der Zeit, wo das Wasser mechanisch auf ein Blatt einwirken kann, ist die Spitze längst fertig und keiner weiteren Veränderung fähig; man liest mit Erstaunen, wenn der Verf. (p. 14) sagt: „Epilobium angustifolium L., das überall anderswo kleine Zähne hat, zeigt nicht allein an Wasserfällen, sondern auch in sehr regenreichen Gegenden gar keine Zahnbildungen. . . . Da die Blätter biegbar sind und dem Winde nachgeben, so läuft das Wasser den Rändern entlang, wodurch die Zähne fortgespült werden" (!). Auf die anderen Ausführungen kann hier nicht näher eingegangen werden.

Zum dritten **Abschnitt** sei bemerkt, dass der Verf. kaum etwas Neues vorbringt; die Litteratur des Gegenstandes hat er nur unvollständig berücksichtigt. Der Arbeit sind drei *Tafeln* beigegeben. Auf der ersten ist die Cascada de Naolinco in Jucatan abgebildet. „Die Stellung der Blattspreite sowie Träufelspitzen sind hier deutlich zu sehen". Auf dem dem Ref. vorliegenden Exemplar ist davon absolut, auch mit dem besten Willen, nichts zu sehen. Tafel II und III geben Blattformen wieder. K. Goebel.

Arthur Meyer, Untersuchungen über die Stärkekörner. Wesen und Lebensgeschichte der Stärkekörner der höheren Pflanzen. Mit 9 Tafeln und 99 in den Text gedruckten Abbildungen. Jena, Verl. von Gustav Fischer, 1895. Preis: 20 Mark.

Durch die Untersuchungen Schimper's sind bekanntlich die Fragen über Bau und Wachsthum der Stärkekörner, welche durch Nägeli's Werk zu einem gewissen Abschluss gekommen zu sein schienen, wieder in Fluss gebracht worden, mit dem Ergebniss, dass Nägeli's theoretische Anschauungen sich als nicht mehr haltbar erwiesen. Der Verf. des vorliegenden Werkes hat sich schon früher im Anschluss an die Schimper'schen Untersuchungen in einer Reihe kleinerer Abhandlungen eingehend mit den Stärkekörnern beschäftigt. Er fasst seine Untersuchungen in seinem Buche in erweiterter Form zusammen und weist namentlich auf die Uebereinstimmung in Bau und Wachsthum der Stärkekörner mit den Sphärokrystallen anderer Substanzen eingehend hin. Am bemerkenswerthesten erscheint der ausführlich an einer Reihe von Beispielen erbrachte Nachweis, dass die Gestalt und das Verhalten der Stärkekörner nur verständlich sind, wenn man die gesammte Biologie der Pflanze, welcher die Stärkekörner angehören, berücksichtigt, ein Grundsatz, der für alle morphologischen Untersuchungen gilt. In einem besonderen Abschnitt sind Stärkekorn und Diastase in chemischer Beziehung behandelt.

Dass die äussere Ausstattung des Buches eine vortreffliche ist, bedarf bei einem Werke des Fischer'schen Verlages kaum der Erwähnung. K. Goebel.

G. Henslow, The origin of plant structures by self-adaption to the environment. London 1895.

Die Anschauungen des Verfassers über das Zustandekommen der Anpassungen sind schon im Titel seines Buches ausgesprochen. Er steht auf dem Boden Lamarck's und bekämpft demgemäss — wie viele andere neuere Autoren — die Bedeutung der natürlichen Zuchtwahl. Variation findet nach ihm nicht nach unbestimmten Richtungen hin statt, sondern äussere Bedingungen veranlassen die Pflanze zu ganz bestimmten adaptativen Variationen. Er kommt zu dem Schlusse, dass der Ursprung der Arten ausschliesslich zuzuschreiben ist der vereinigten Wirkung der beiden grossen Factoren der Evolution – Variabilität und Umgebung, ohne die Hilfe der natürlichen Zuchtwahl, obwohl wir die geheimnissvollen Vorgänge im Organismus, wodurch sie zustande kommt, nicht kennen und wahrscheinlich auch nicht kennen lernen werden. Er behauptet, dass in der Natur Variationen nicht vorkommen, so lange als die äusseren Bedingungen dieselben bleiben. Diese Behauptung widerspricht der Erfahrung, und ebenso wäre erst noch zu beweisen, dass z. B. die zahlreichen Formen bestimmter Hieracien oder der Erophila verna sich durch mit den Lebensverhältnissen im Zusammenhang stehende adaptative Charaktere unterscheiden. Und wie sollte die grosse Mannigfaltigkeit der Anpassungen verständlich sein, wenn nicht ein in der specifischen Natur der verschiedenen Pflanzenformen begründeter „Bildungstrieb" vorhanden wäre?

Das Buch leidet an zwei bedeutenden Mängeln. Einmal ist dem Verf. die deutsche, gerade auf diesem Gebiet sehr reiche Litteratur offenbar nur unvollständig bekannt. Sodann mangelt es an der nöthigen Genauigkeit. Verf. führt z. B. die Versuche von Battandier über Sedum Clusianum an. Battandier sagt: „Dans mes cultures les feuilles du Sedum Clusianum tendent à devenir planes.“ Diesen ziemlich unbestimmten Ausdruck übersetzt Henslow: „the leaves at once began to assume a flatter character“. Von Sed. rubens und Magnolii sagt B., dass die Blätter in der feuchten Jahreszeit flach, in der trockenen cylindrisch seien. Ob eine erblich gewordene Aufeinanderfolge zweier verschiedener Blattformen — wie in so vielen anderen Fällen —, wo verschieden gestaltete Blätter in verschiedener Jahreszeit aufeinander folgen, oder eine directe Beeinflussung der Blattgestalt durch äussere Factoren vorliegt, ist damit in keiner Weise bewiesen. Nach Henslow's Bericht müsste man aber das letztere annehmen, denn er übersetzt ohne Weiteres „have flat leaves in a wet season, but cylindrical in a dry one“!

Die Monocotylen sollen nach dem Verf. „have originated from some early type of Exogens through an aquatic habit of life“ — eine Hypothese, die ebenso kühn als haltlos ist. Ein anderes Beispiel: Die Luftwurzeln der Ficusarten sollen „to all intents and purposes equivalent to small trunks“ sein! Dann wird ein Experiment Lindley's angeführt, wornach bei einer umgekehrt eingepflanzten Weide die Wurzeln zu Zweigen geworden seien „and the tree grew ever afterwards upside down“, und wenn er nicht gestorben ist, so lebt er noch heute, möchte man hinzusetzen. Dass jetzt über solche Umkehrungen sorgfältige Untersuchungen existiren, scheint dem Verf. nicht bekannt geworden zu sein. Wahrscheinlich handelte es sich in dem von Lindley beschriebenen Falle um Adventivknospen auf der Wurzel, sicher nicht um eine Umwandlung von Wurzeln in Sprosse. Wenn der Verf. als weiteres Beispiel für den Einfluss des Klimas auf die Dauer anführt, dass Ricinus in England einjährig sei, während die Pflanze in Malta zu einem kleinen Baum werde, so sollte man dieses alte schiefe Beispiel doch endlich einmal ruhen lassen. Bekanntlich erfriert Ricinus im Herbst in Europa; er ist aber, trotzdem dies schon eine Reihe von Generationen hindurch der Fall ist, nicht zu einer einjährigen Pflanze geworden!

Derartige Mängel beeinträchtigen den wissenschaftlichen Werth des Buches, im Uebrigen kann es als eine freilich sehr unvollständige Zusammenstellung einer Anzahl neuerer Untersuchungen von Interesse sein. Behandelt werden Pflanzen der Wüste, alpine und arktische, Strand- und Salzpflanzen, phanerogame Wasserpflanzen, Rhizome und Wurzeln, Kletterpflanzen, Blattform und Blattbau

K. Goebel.

Eingegangene Litteratur.

Behrens, J., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Tabakpflanze. IX. Ueber Mikroorganismen des Tabaks nach der Ernte. S.-A. aus „Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen“ XLVI. Bd.

— — Phytopathologische Notizen. S.-A. aus der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“. V. Bd., 3. Heft.

Bertrand, E. C., Julien Vesque. 1848—1895. Publication des „Annales agronomiques“. Paris 1895.

Botanical Magazine, Vol. IX, Nr. 95—100. Tokyo 1895.

— — Vol. IX, Nr. 101.

— — Vol. IX, Nr. 103.

Bower, F. O., Studies in the morphology of spore-producing members. Part. II. Ophioglossaceae. 1895.

Brand, F., Ueber die neuen Cladophoraceen aus bayerischen Seen. S.-A. aus „Hedwigia“ Bd. XXXIV. 1895.

Brebner, G., On the origin of the filamentons thallus of Dumontia filiformis. Extracted from the Linnean Society's Journal-Botany. Vol. XXX.

— — On the mucilage-canals of the Marfathiaceae. Ibid.

Bretland-Farmer and J. E. S. **Moore**, On the essential similarities existing between the heterotype nuclear divisions cianimals and plants. S.-A. aus „Anatomischer Anzeiger“. XI. Bd., Nr. 3, 1895.

Buchner, H., Louis Pasteur †. S.-A. aus der Berliner klin. Wochenschr. 1895, Nr. 40.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique. Tome XXXIII deuxième fascicule, tome XXXIV, premier fasc.

Buscalioni, L., Sulle Muffe e sull' Hapalosiphon Jaminosus (Hansgirg) delle Terme di Valdieri. Estratto del Giornale Malpighia, Anno IX.

— ed A. **Rondelli**, Sopra un nuovo metodo di colorazione dei Bacilli della tuberculosi. Ibid., Anno VIII, Vol. VIII.

Campbell, D. H., The structure and development of the mosses and ferns (Archegoniatae). London, Macmillan and Co. 1895.

De Candolle, C., Sur la vie latente des graines. 1895. Extrait des Archives des Sciences physiques et naturelles. Troisième période, tome XXXIII.

Chodat, R., Ueber die Entwickelung der Eremosphaera viridis de By. S.-A. aus d. Bot. Zeitung, Jahrgang LIII.

— — Laboratoire de Botanique. Troisième série. — Troisième fascicule. 1895. Tiré à part du Bulletin de l'Herbier Boissier Vol. III, Nr. 6 et 10.

Christ, H., Filices Sarasinianae III. S.-A. aus d. Verh. der Naturf. Gesellschaft in Basel. Bd. XI, Heft 2.

— — Ueber einige javanische Arten von Diplazium. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XII.

— — Zur Farn-Flora der Sunda-Inseln. Ibid. Vol. XIII.

Clautriau, G., Étude chimique du glycogène chez les Champignons et les Levures. Extrait du tome LIII des Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie royale de Belgique. 1895.

Cohn, F., Nathanael Pringsheim. (Nachruf.) S.-A. aus d. Jahrbüchern für wissensch. Botanik, Bd. XXVIII.

Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. III, Nr. 4. Nov. 1895.

Czapek, F., Die plagiotrope Stellung der Seitenwurzeln (Vorl. Mittheilung). S.-A. aus d. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. Jahrg. 1895, Bd. XIII, Heft 7.

— — Ueber Zusammenwirken von Heliotropismus und Geotropismus. Aus den Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Classe, Bd. CIV, Abth. 1.

Darbishire, O. V., Kritische Bemerkungen über das „Microgonidium“. S.-A. aus „Hedwigia“, Bd. XXXIV, 1895.

— — Die Phyllophora-Arten der westlichen Ostsee deutschen Antheils. S.-A. aus „Wissensch. Meeresuntersuchungen“. Neue Folge, 1. Bd., Heft 2.

Debray, F., La Brunissure chez les végétaux et en particulier dans la vigne. Extrait de la Revue de Viticulture. 1895.

Dill, E. O., Die Gattung Chlamydomones und ihre nächsten Verwandten. S.-A. aus d. Jahrbüchern f. wissensch. Botanik, Bd. XVIII, Heft 3.

Drude, O., Deutschlands Pflanzengeographie. Ein geogr. Charakterbild der Flora v. Deutschland u. d. angrenzenden Alpen, sowie Karpathenländern. I. Theil. Stuttg. Verl. v. J. Engelhorn. 1895.

Errera, L., Notice necrologique sur J. E. Bommer. Extrait du Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, tome XXXIV.

Farmer, J. B., On spore-formation and nuclear division in the Hepaticae. Annals of Botany, Vol. IX, Nr. XXXV.

Fischer, A., Neue Beiträge zur Kritik der Fixirungsmethoden. S.-A. aus „Anatomischer Anzeiger“, X. Bd, Nr. 24, 1895.

Flora von Deutsbhland von v. Schlechtendal, Langthal u. Schenk. 5. Aufl. neuer Abdruck. Revidirt, umgearbeitet u. nach d. neuesten wissensch. Erfahrungen bereichert von Prof. Dr. C. O. Harz. IV. Bd. 1895.

Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, IV. Jahrgang, Heft 12. Inhalt: Hartig, R., Der Nadelschüttepilz der Lärche, Sphaerella laricina n. sp. — Kleinere Mittheilungen und Referate.

Fünfstück, M., Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. Bd. I, Abtheilung 1. Stuttgart, Verlag v. E. Nägele, 1895

— — Die Fettabscheidungen der Kalkflechten. S.-A. aus Fünfstück's „Beiträge zur wissensch. Botanik", Bd. I, 1.

Fujii, Kenjiro, Physiological researches on the sexuality of the flowers of Pinus densiflora Sieb. et Zucc. Reprinted from the Botanical Magazine, Tokyo, Vol. IX, Nr. 101.

Heinricher, E., Anatomischer Bau und Leistung der Saugorgane der Schuppenwurzarten (Lathraea Claudestina Lam. u. L. Squamaria L.). S.-A. aus d. Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, herausg. v. Ferd. Cohn, Bd. VII, Heft 2.

Jack, J. B., Beitrag zur Kenntniss der Lebermoosflora Tirols. Aus den Verh. der k. k. zoolog.-bot. Gesellschaft in Wien. 1895.

— u. F. Stephani, Hepaticae Lorentzianae. S.-A. aus „Hedwigia", Bd. XXXIV, 1895.

Istvánffi, Gy. v., Neuere Untersuchungen über die Sekretbehälter der Pilze. Mitgetheilt von der Bot. Abtheilung des Ungar. Nationalmuseums in Budapest.

— — Eine auf höhlenbewohnenden Käfern vorkommende neue Laboulbeniacee. Ibid. 1895.

Katalog der Bibliothek der Kgl. bot. Gesellschaft in Regensburg. 1. Theil: Nichtperiodische Schriften. Zusammengestellt von Dr. Fr. Vollmann. Regensburg 1895.

Kissling, P. B., Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der chemischen Lichtintensität auf die Vegetation. Halle a. S. Verlag v. W. Knapp. 1895.

Klebs, G., Ueber einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung. Jena, Verl. v. G. Fischer. 1895.

Koorders en Valeton, Bijdrage Nr. 2 tot de Kennis der boomsorten van Java. Mededeelingen uits Lands Plantentuin. Nr. XIV. 1895.

Kraus, G., Physiologisches aus den Tropen. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol XII. 1895.

Leclerc du Sablon, M., Recherches sur la *germination des graines oléagineuses*. Extrait de la Revue générale de Botanique. Tome VII. 1895.

Lindau, G., Lichenologische Untersuchungen. Heft I. Ueber Wachsthum und Anheftungsweise der Rindenflechten. 1895.

Lindberg, G. A., Ueber Einfuhr der Rhipsaliden aus den Tropen. S.-A. aus der „Monatsschrift für Kakteenkunde".

Mäule, G , Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Aus „Bibliotheca Botanica", Heft 33. Stuttg. Verl. v. E. Nägele. 1895.

Ganong, W. F., An outline of Phytobiology with special reference to the study of its problems by local botanists, and suggestions for a biological survey of Acadian plants. Second paper. Printed in advance from *Bulletin Nr. 13 of* the New Brunswick Natural History Society.

Gibelli, G. e F. Ferrero, Ricerche di anatomia e morfologia intorno allo sviluppo del fiore e del frutto della Trapa natans. Estratto dalla Malpighia Vol. IX, Fasc. IX—X.

Giesenhagen, K., Die Entwickelungsreihen der parasitischen Exoasceen. S.-A. aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung", 1895, Ergänzungsband, 81. Bd., Heft 2.

Gomont, M., Note sur le „*Scytonema ambiguum*" Kütz. Extrait du Journal de Botanique. Février 1895.

— — Note sur un Calothrix sporifère (Calothrix stagnalis Sp. N.) Ibid. Juni 1895.

Groom, P., On Thismia Aseroe (Beccari) and its Mycorhiza. Annals of Botany, Vol. IX, Nr. XXXIV. June 1895.

Hackel, E., Duthica, novum *Graminearum* genus. S.-A. aus d. Verh. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1895.

Hallier, H., Ein neues Cypripedium aus Borneo. S.-A. aus „Natuurkundig Tijdskrift van Ned.-Indie". Bd. 54, Heft 4.

— — Rapport over de botanische tochten in Borneo's Westerafdeeling. Ibid.

Hartig, R., Ueber den Drehwuchs der Kiefer. Aus den Sitzungsberichten der math.-physik. Classe d. k. bayer. Akademie d. Wiss. 1895. Bd. XXV, Heft 2.

Hauptfleisch, P., Die Auxosporenbildung von Brebissonia-Boeckii Grunow.

— — Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. S.-A. aus den Mittheilungen des naturw. Vereins für Neu-Vorpommern u Rügen. 27. Jahrgang. 1895.

— — Fr. Schmitz S.-A. aus „Hedwigia“. Bd. XXXIV. 1895.

Hegelmaier, F., Systematische Uebersicht der Lemnaceen. S.-A. aus Engler's bot. Jahrbüchern XXI. Bd., 3. Heft 1895.

— — Ueber Orientirung des Keimes im Angiospermensamen. Bot. Ztg., Heft VII.

Meyer, A., Der Apotheker u. das Studium von Botanik u. Pharmakognosie. S.-A. aus der Apothekerzeitung 1895, Nr. 89.

— — Ueber den Bau von Volvox aureus Ehrenb. und Volvox globator Ehrenb. S.-A. aus „Bot. Centralblatt“, Bd. LXIII, 1895.

Minnesota Botanical Studies. Bulletin Nr. 9, Part. IV.

— — Bulletin Nr. 9, Part. VI.

Miyoshi, M., Die Durchbohrung von Membranen durch Pilzfäden. S.-A. aus d. Jahrb. f. wissensch. Botanik. Bd. XXVIII. Heft 2.

— — Ein Besuch im botanischen Garten zu Buitenzorg auf Java. S.-A. aus „The Botanical Magazine“, Bd. IX, Nr. 100. Tokio, June 1895.

— — Anwendung japanischer Soja und deren Gemische für Pilzkultur. S.-A. aus „The Bot. Magazine“. Vol. IX, Nr. 104.

Möbius, M., Ueber einige brasilianische Algen. S.-A. aus „Hedwigia“, Bd. XXXIV, 1895

Moll, J. W., Observations sur la caryocinèse chez les Spirogyra. Extrait des Archives Néerlandaises T. XXVIII.

Müller, O, Rhopalodia, ein neues Genus der Bacillariaceen. S.-A. aus Engler's Bot. Jahrbuch Bd. XXII, 1895.

— — Die Bacillariaceen im Plankton des Muggelsees bei Berlin. S.-A. aus d. Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften, 1895 Heft 6.

— — Ueber Achsen Orientirungs- und Symmetrie-Ebenen bei den Bacillariaceen. S.-A. aus d. Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1895, Bd. XIII, Heft 5.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 10. Bd., Heft 6.

Naumann, O., Ueber den Gerbstoff der Pilze. Inaug.-Disserst. Dresden 1895.

Noak, F., Ueber Vergrünung der Knospenschuppen von Rothbuchen. S-A. aus d. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten V. Bd. 3. Heft.

Noll, F., Pflanzen-Physiologie. Abdruck aus d. Lehrbuch d. Botanik für Hochschulen von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenk, A. F. W. Schimper. Zweite umgearbeitete Auflage. Verl. v. G. Fischer, Jena 1895.

Overton, E, Ueber die osmotischen Eigenschaften der lebenden Pflanzen- und Thierzelle. S.-A. aus der Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang XL, 1895.

Pfeffer, W., Berichtigung über die correlative Beschleunigung des Wachsthums in der Wurzelspitze. S.-A. aus d. Jahrbüchern für wissensch. Botanik, Bd. XXVII, Heft 3.

— — Ein Zimmer mit constanten Temperaturen. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrg 1895, Bd. XIII, Heft 2.

— — Ueber Election organischer Nährstoffe. S.-A. aus d. Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXVIII, Heft 2.

Phillips, R. W., On the development of the Cystocarp in Rhodomelaceae. Annals of Botany, Vol. IX, Nr. XXXIV. June 1895.

Pohl, J., Ueber Variationsweite der Oenothera Lamarckiana. S.-A. aus der „Oesterr. bot Zeitschrift“, Jahrg. 1895, Nr. 5 u. 6.

Raciborski, M., Die Schutzvorrichtungen der Blütenkrospen. S.-A. aus „Flora oder allg. Bot. Zeitung“ 1895, Ergänzungsband, 81. Bd., Heft 1.

— — Die Desmidieenflora des Tapakoomasees. Ibid.

Reinke, J., Abhandlungen über Flechten, III, IV. S.-A. aus den Jahrbüchern f. wissensch. Botanik, Bd. XXVIII, Heft 1 u. 3.

Robinson, B. L., The nomenclature question. On the application of „once a synonym always a synonym“ to binomials. From the Botanical Gazette, Vol. XX.

— — and J. M. Greenman, On the flora of the Galápagos Islands, as shown by the collections of Dr. G. Baur.

Robinson and J. M. Greenman, New and noteworthy plants, chiefly from Oaxaca, collected by Messrs. C. G. Pringle, L. C. Smith and E. W. Nelson.

— — A synoptic revision of the genus Lamourouxa.

— — Miscellaneous new species. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. New series, Nr. IX.

Rompel, J., Krystalle von Calciumoxalat in der Fruchtwand der Umbelliferen und ihre Verwerthung für die Systematik. Aus d. Sitzungsberichten d. k. Ak. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. CIV, Abth. 1. April 1895.

— — Drei Carpelle bei einer Umbellifere (Crypotaenia canadensis). S.-A. aus der „Oesterr. bot. Zeitschrift", Jahrg. 1895, Nr. 9.

Rumm, C., Zur Kenntniss der Giftwirkung der Bordeauxbrühe u. ihrer Bestandtheile auf Spirogyra longata u. die Uredosporen von Puccinia coronata. Vorl. Mittheilung. S.-A. aus den Berichten der Deutschen Bot. Gesellschaft. Jahrgang 1895, Bd. XIII, Heft 5.

Rydberg, P. A., Flora of the sand hills of Nebraska. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. III, Nr. 3.

Sargant, Ethel, Some details of the first nuclear division in the pollen-mothercells of Lilium martagon L. Journ. R. Micr. Soc. 1895.

Schröter, C., Das St. Antönierthal im Prättigau in seinen wirthschaftlichen und pflanzengeographischen Verhältnissen. S.-A. aus dem Landwirthschaftlichen Jahrbuch IX, 1895.

Schumann, K., Die *Kautschukpflanzen* Ostafrikas und ihre *Verwerthung*. S.-A. aus Engler, Ostafrika V, Pflanzenwelt B.

— — Getreidepflanzen, Futtergräser, Faser- u. Flechtgräser. Ibid.

— — Rubiales. Ibid.

— — Bombacaceae. Ibid.

— — Glumiflorae. "

— — Bignoniaceae. "

— — Commelinaceae. "

— — Scitamineae. "

Solms-Laubach, H., Grafen zu, Bowmanites Römeri, eine neue Sphenophylleen-Fructification. S.-A. aus d. Jahrbuch der k. k. geol. *Reichsanstalt*, 1895, Bd. 45, Heft 2.

— — Ueber devonische Pflanzenreste aus den Lenneschiefern der Gegend von Gräfrath am Niederrhein. S.-A. aus den Jahrb. der k. preuss. geolog. Landesanstalt für 1894.

Stitzenberger, E., A list of Lichens, collected by Mr. Robert Reuleaux in the Western parts of North America. Extrait from Proc. Acad. Sci. Ser. 2 Vol. V, 1895.

Thaxter, R., New or peculiar aquatic fungi. I. Monoblepharis. From the Botanical Gazette, Vol. XX.

Tracy, S. M., and F. S. Earle, Mississippi Fungi. Mississippi Agricultural and Mechanical College experiment Station. Bulletin Nr. 34.

Treub, M., *Sur la localisation*, le *transport* et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le Pangum edule Reinw. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XIII.

Verslag omtrent den staat can 'Shands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1894.

Vries, H. de, Eine *zweigipflige Variationskurve*. S.-A. aus d. Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen II. Bd. 1. Heft.

Wagner, R., Die Morphologie des Limnanthemum Nymphaeoides (L.) LK. S.-A. aus Bot. Zeitung 1895.

Warburg, O., Ein neuer Kaffeeschädling aus Afrika. S.-A. aus den „Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten" Band VIII, Heft 2.

— — Bixaceae.

Ward, M., On the biology of Bacillus ramosus (Fraenkel), a Schicomycete of the river Thames. From the Proceedings of the Royal Society Vol. 58.

Webber, H. J., Studies on the dissemination and leaf reflexion of Yucca aloifolia and other species. Excerpt from the sixth Annual report of the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Mo. 1895.

Went, F. A. F. C., Jets over verdamping in verband met het knippen der bladeren.

— — Enkele opmerkingen over Imbititie.

— — Over de verspreiding van het Rood Snot. Overgedrukt uit het Archief voor de Java-Suikerindustrie Jaargang 1895.

Wetherill, H. E., List of plants obtained on tho Peary auxiliary expedition of 1894. Reprinted from Bulletin Nr. 5 of the Geographical Club of Philadelphia.

Wettstein, R. v., Globulariaceen-Studien. Extrait du Bulletin de l'Herbier Boissier. Tome III, Nr. 6.

— — Anagosperma (Hook.) Wettst., eine neue Gattung aus der Familie der Scrophulariaceae. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrg. 1895, Bd. XIII, Heft 6.

— — Der Saison-Dimorphismus als Ausgangspunkt für die Bildung neuer Arten im Pflanzenreiche. Ibid. Heft 7.

Wiesner, J., Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Cairo und Buitenzorg. 2. Abhandlung. Aus d. Sitzungsberichten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CIV, Abth. I, Juli 1895.

Wille, N., Om et subfossilt Fund af Zostera marina. Aftryk ur Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 16, Häft 6, 1894.

— — Ueber die Lichtabsorption bei den Meeresalgen. S.-A. aus dem Biol. Centralblatt, Bd. XV, Nr. 14.

— — Ueber Pleurocladia lacustris A. Br. und deren systematische Stellung. S.-A. aus d. Berichten d. Deutschen Bot. Gesellschaft 1895, Bd. XIII, Heft 3.

Willis, J. C., The present position of floral biology. Reprinted from Science Progress, Vol. IV, Nov. 1895.

Williamson, W. C. **and** D. H. **Scott**, Further observations on the organisation of the fossil plants of the coalmeasures. Part. III. From the Proceedings of the Royal Society, Vol. 58.

Wisselingh, C. **van**, Sur les bandelettes des Ombellifères. Extrait des Archives Néerlandaises, T. XXIX.

Zacharias, L., Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen. S.-A. aus „Flora oder allg. Botanische Zeitung“ 1895. Ergänzungsbd., 81. Bd., Heft 2.

Zukal, H., Morphologische u. biologische Untersuchungen über die Flechten. 1. Abhandlung. Aus d. Sitzungsberichten der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse Bd. CIV, Abth. I, 1895.

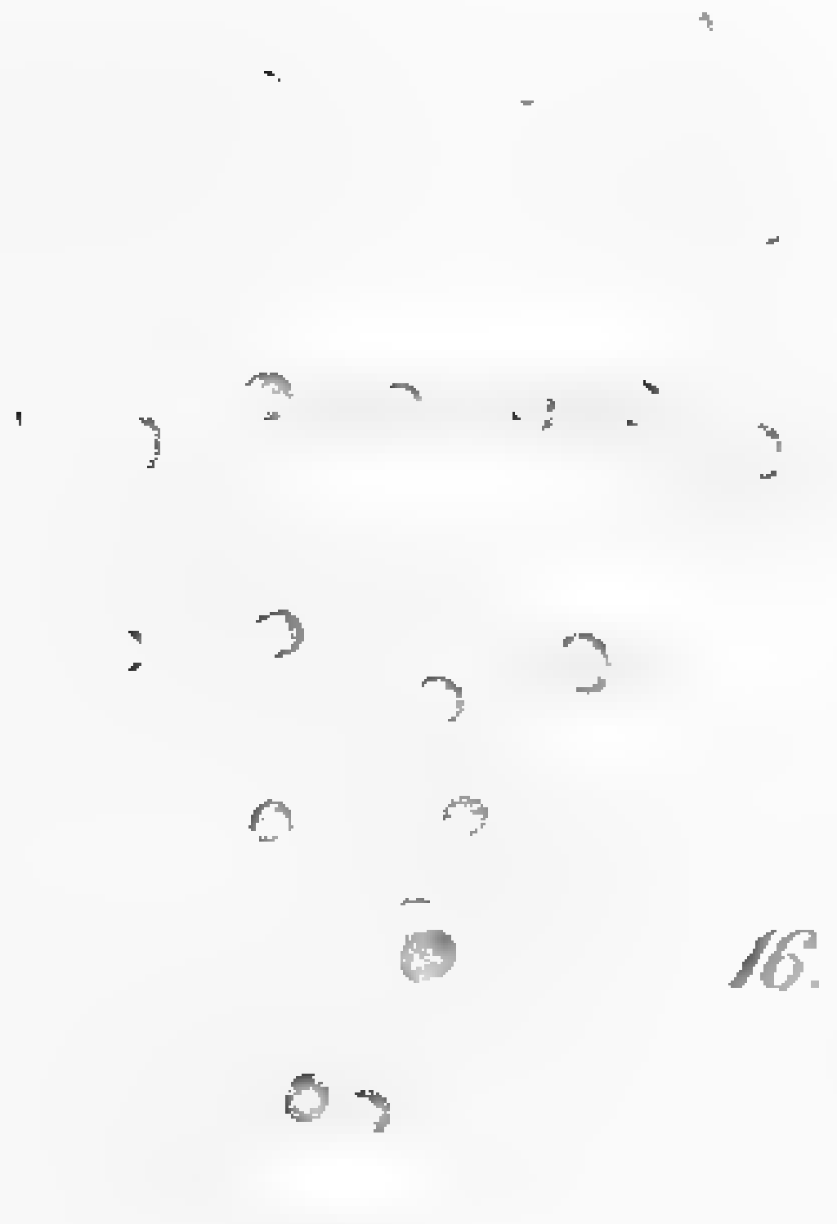
5.
7.
12
4.
6.
c
8.
10
11.
c
3.
9.
2.
1.

Maurizio del. W A Meyn, Lith. Inst, Berlin S.

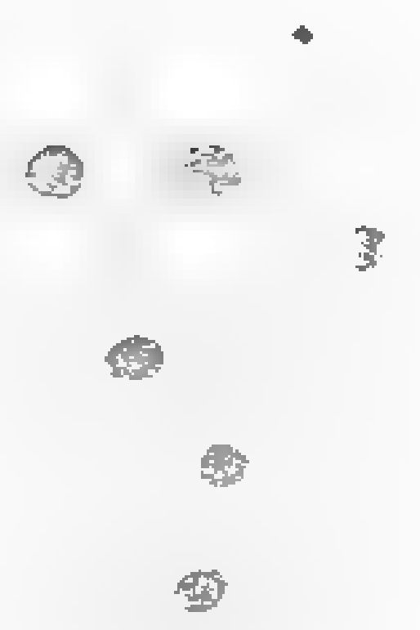
ant
1.
e
ov
sy
sy
sy
sy
2.
ov
ant.
antip.
3.
e
ov
sy
sy
ov
m1
m2
pe
4.
5.
e'
sy
6.
ant.
7.
e''
e'
ov
10.
e''
9a.
e^IV
e'
e'''
8.
e
sy
9.
e''
e'''
e^IV
11.
13a
460/1
12.
sy
sy
ov
e
15.
13.
730/1
14.

del.

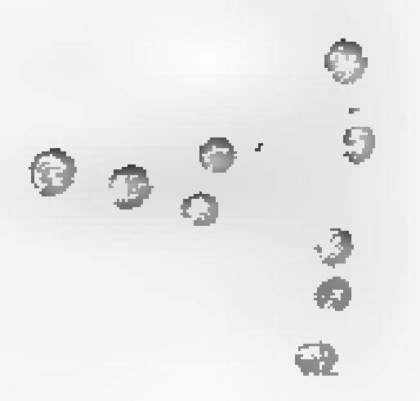
W.A.Meyn, Lith. Inst. Berlin



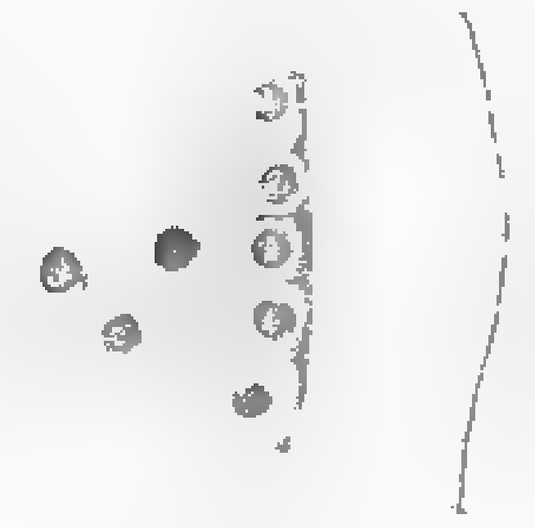
16.



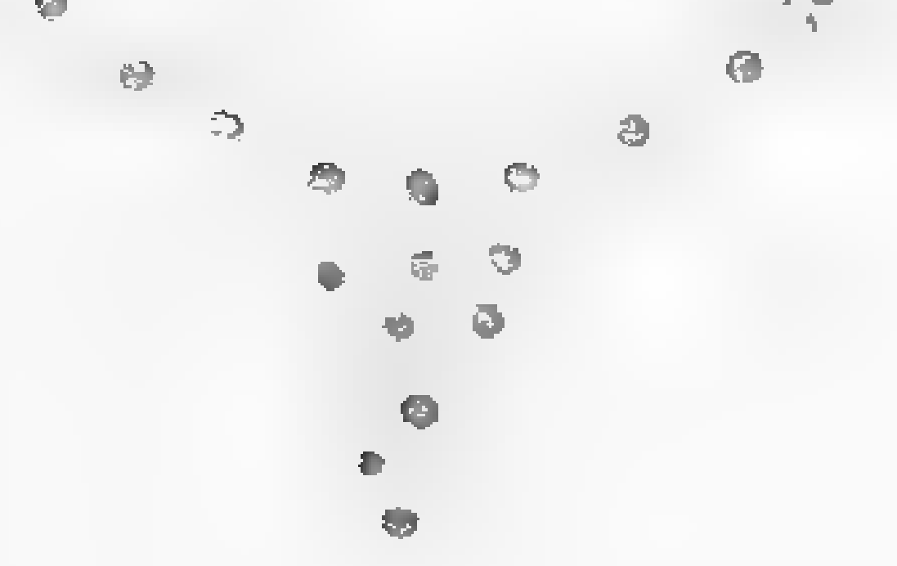
17.



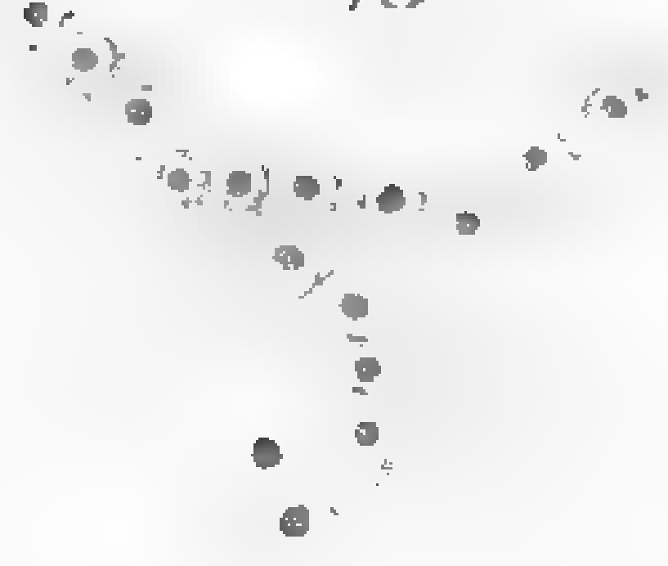
17b.



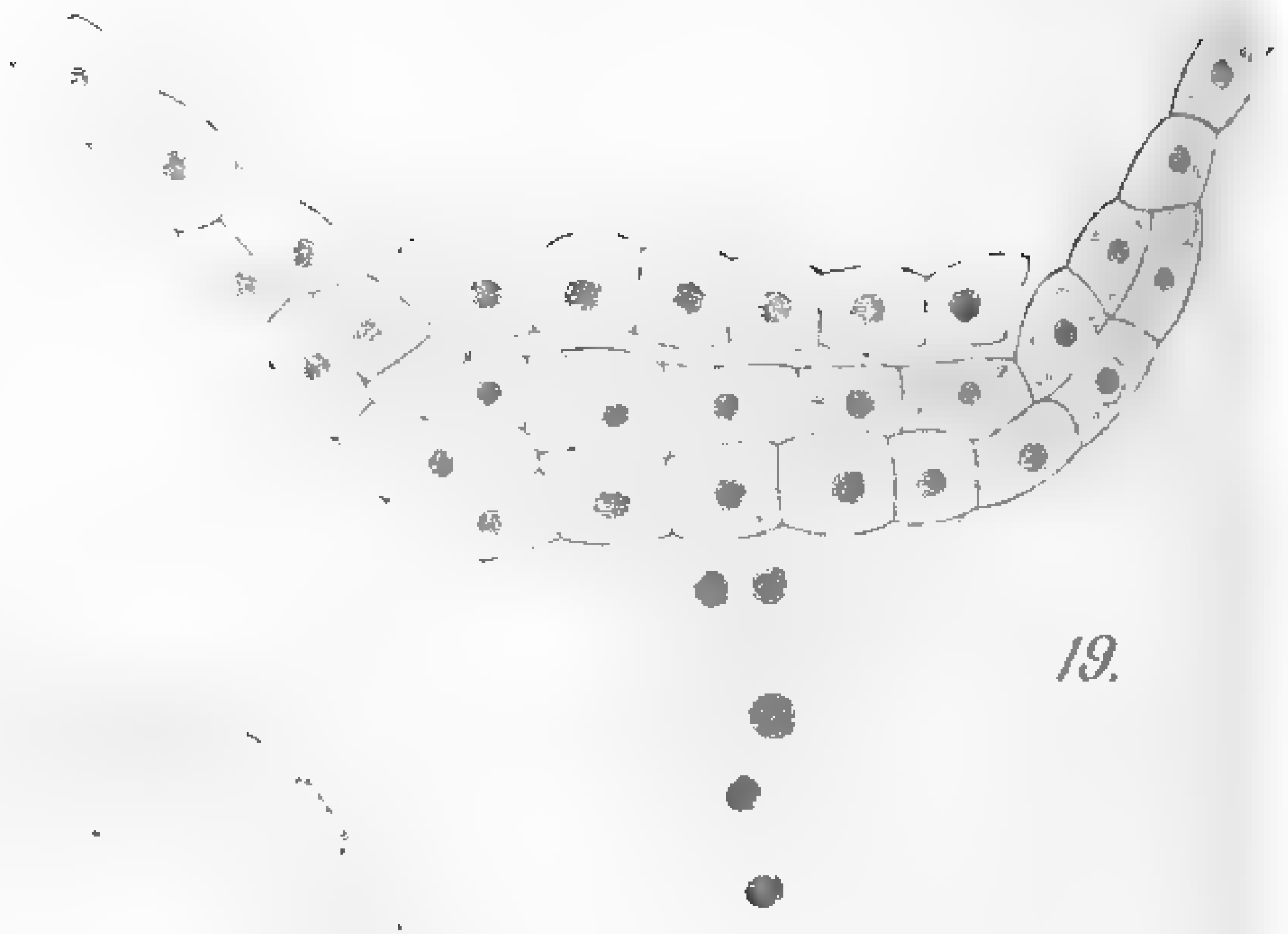
17a.



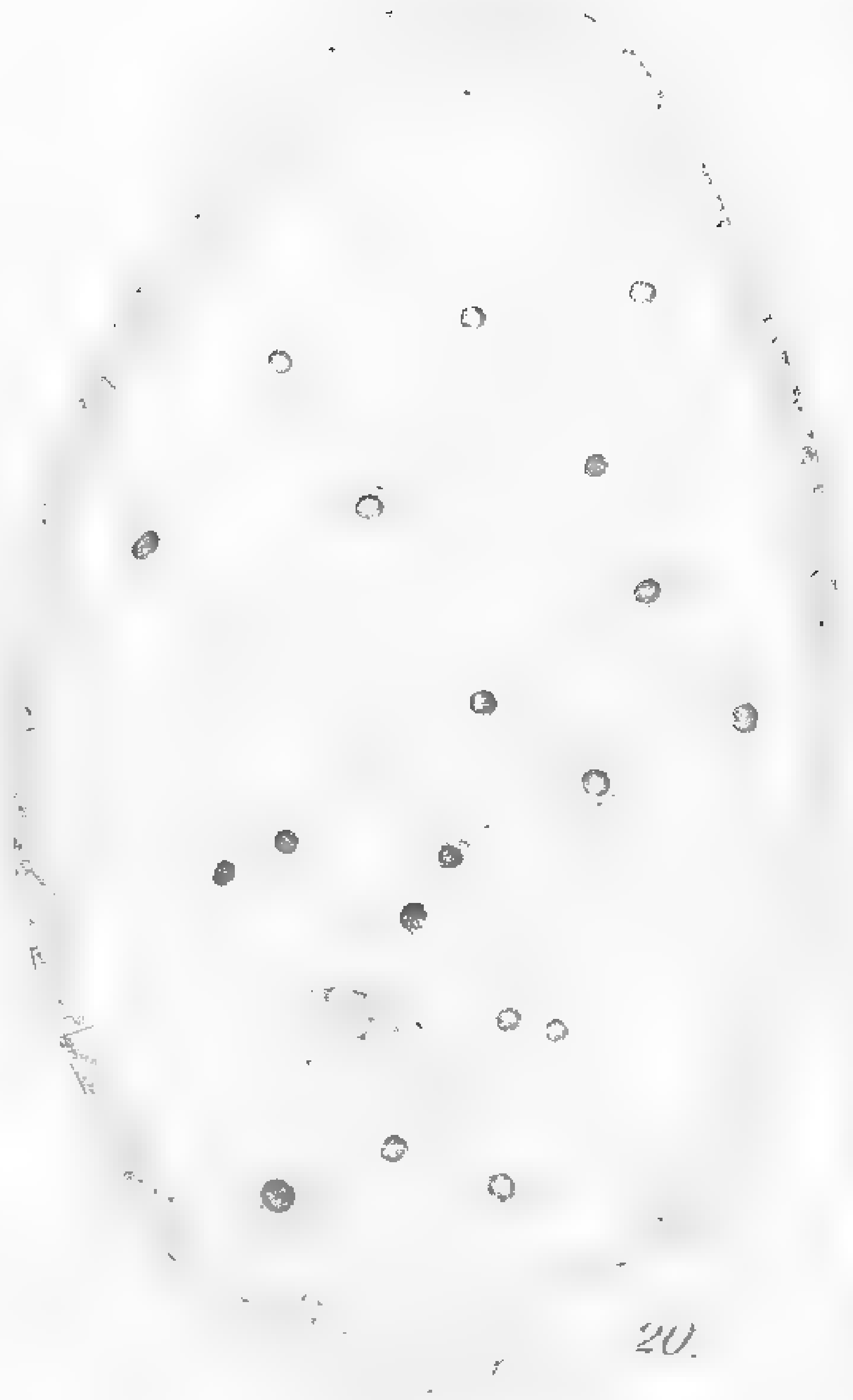
18.



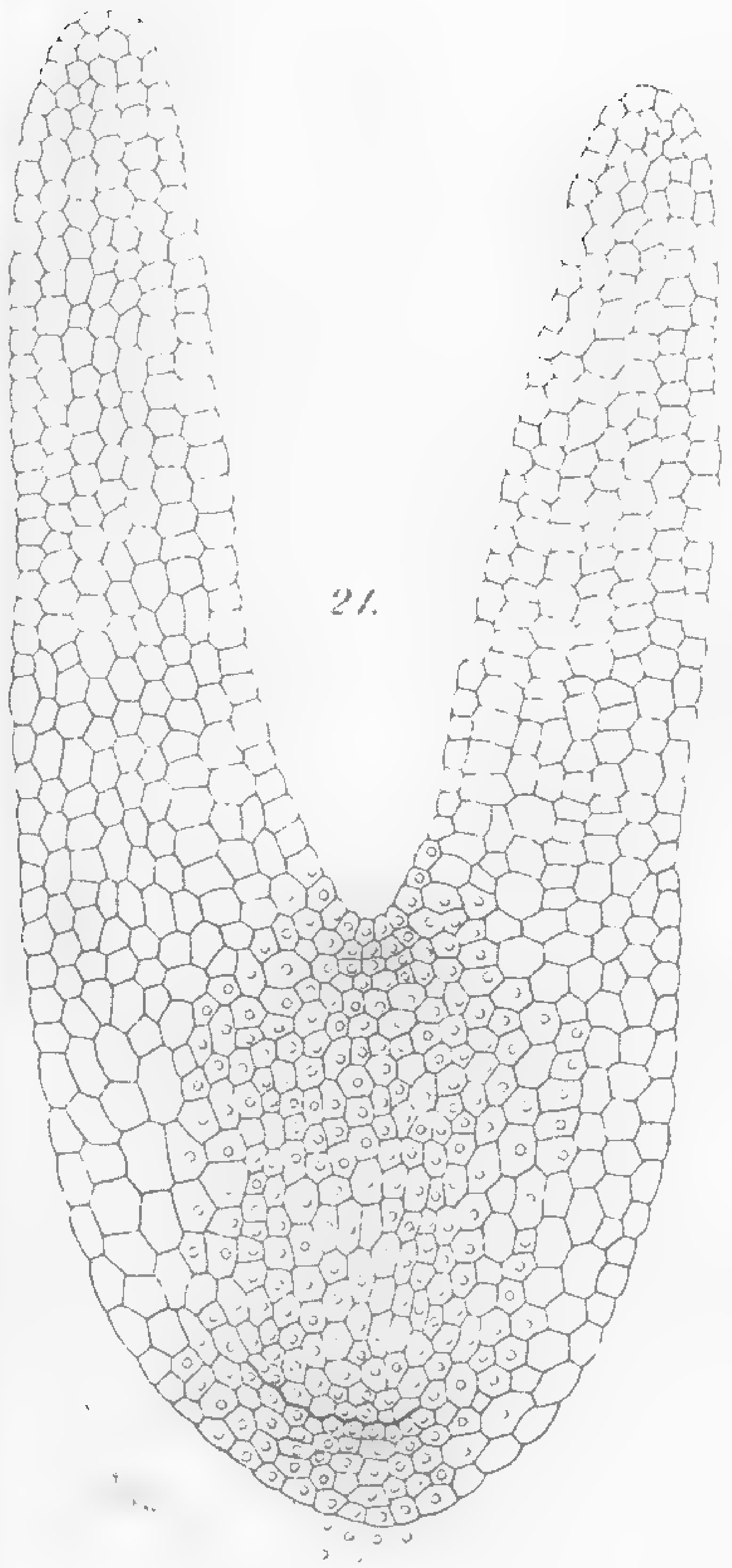
18a.



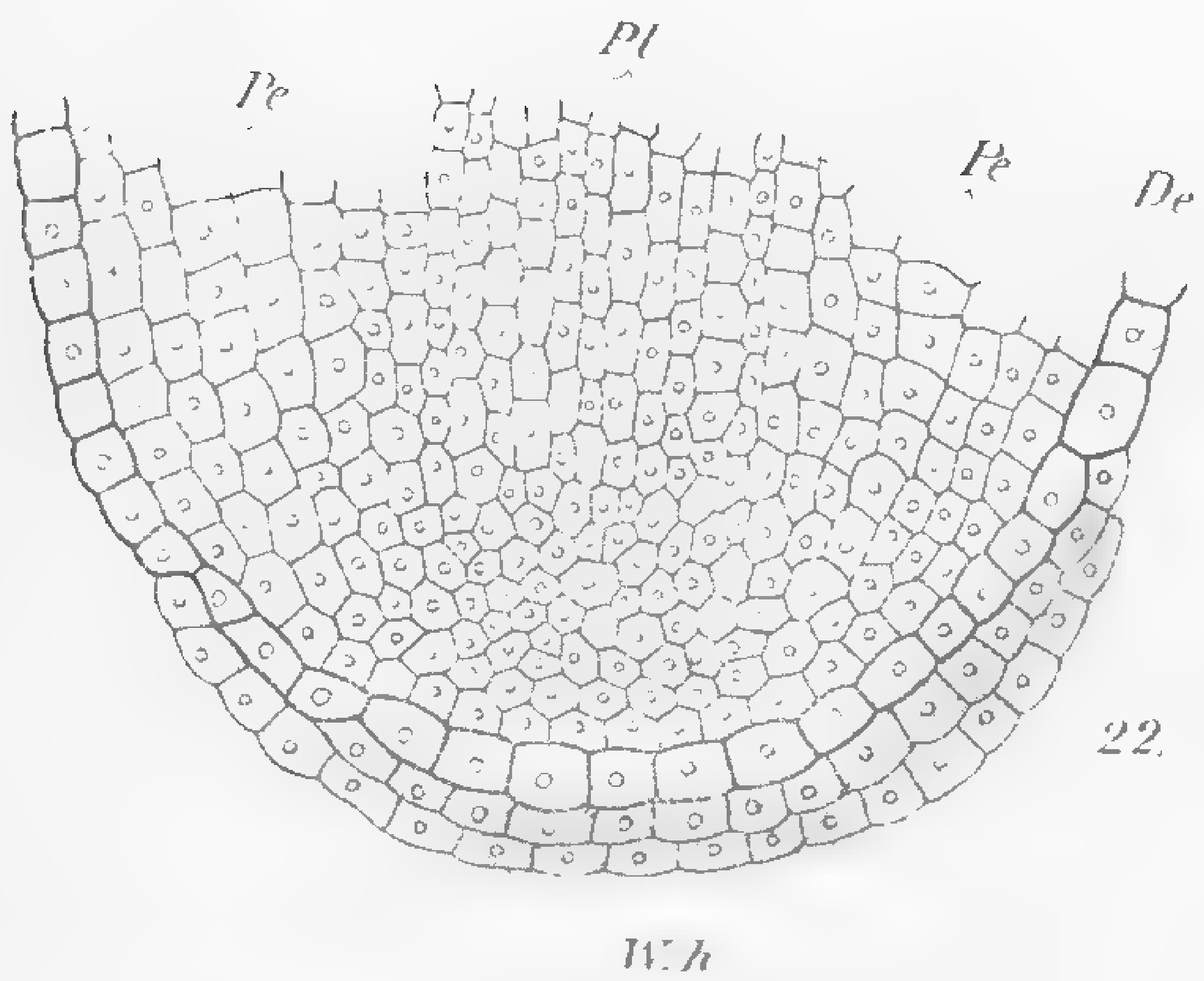
19.



20.

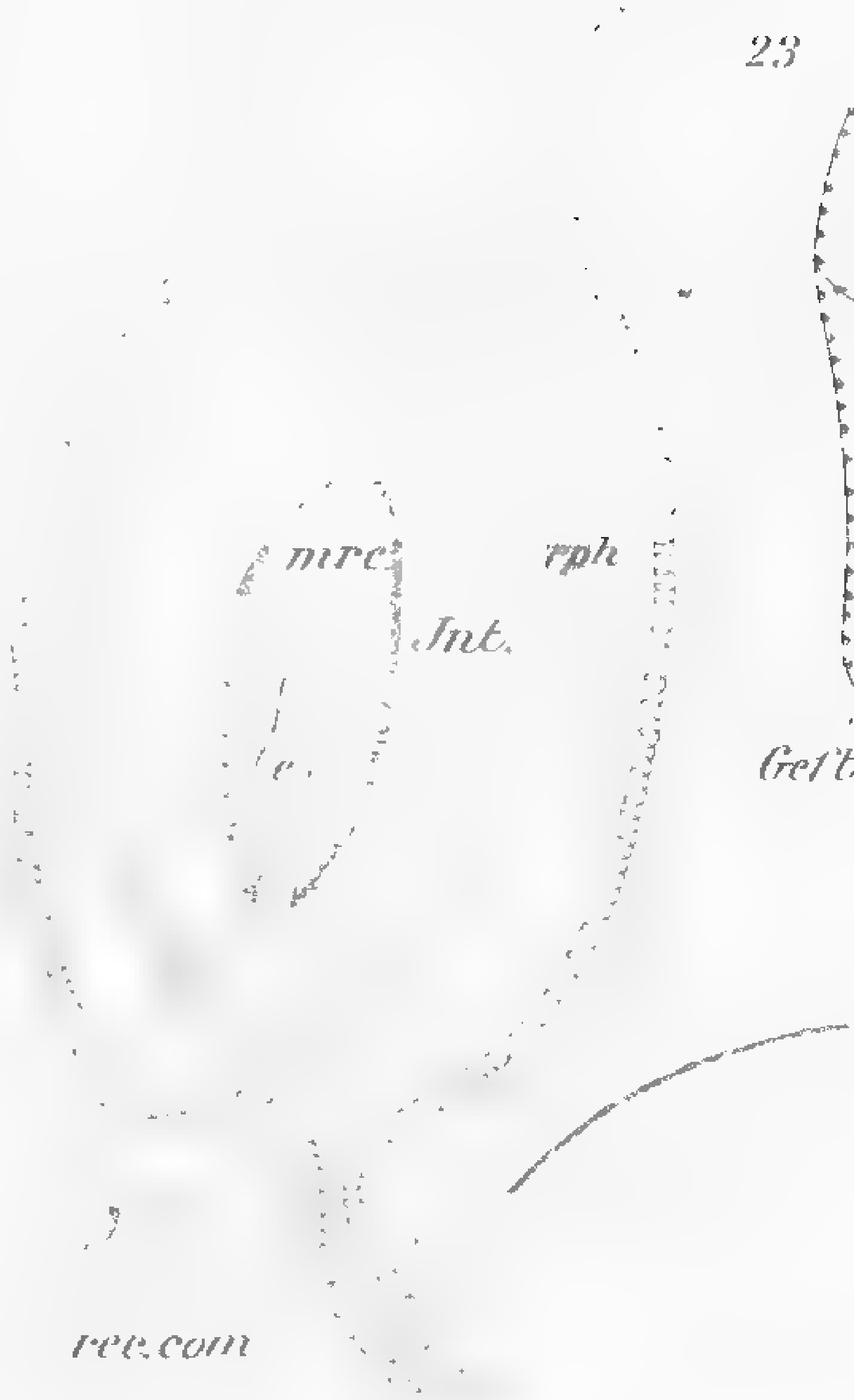


21.



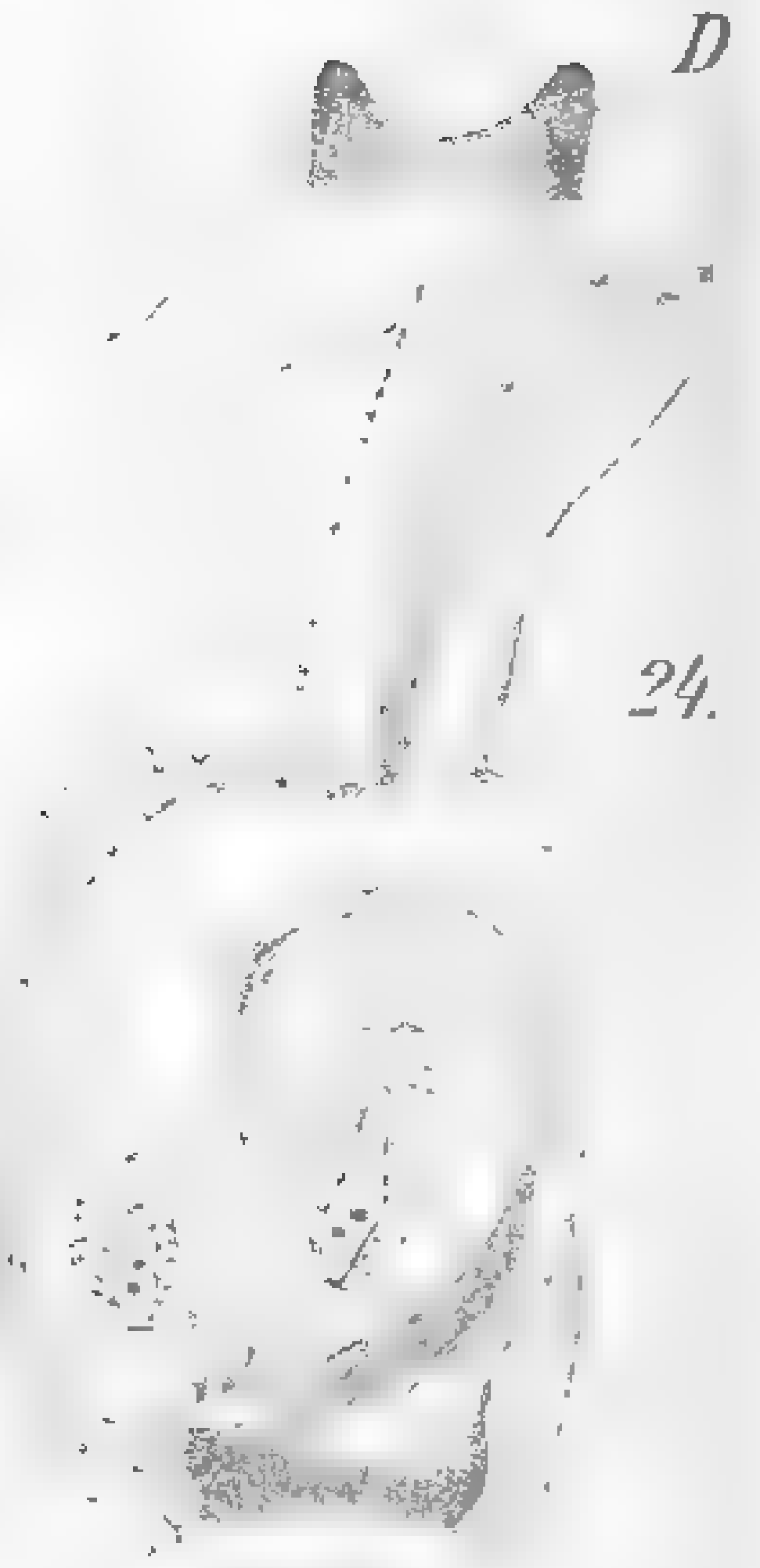
Pe
Pl
Pe
De
W.h.

22.

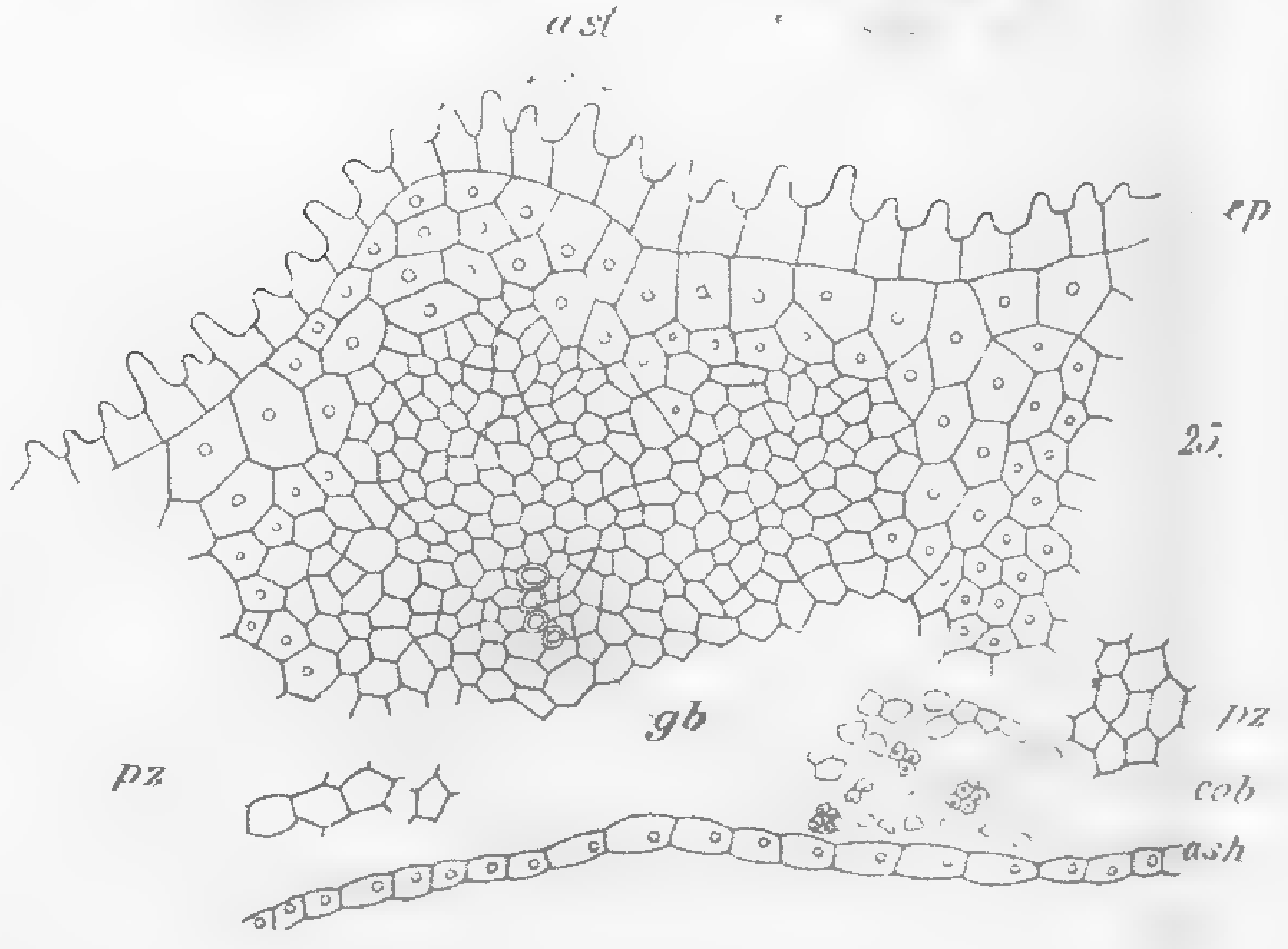


mrc
Jnt.
rph
e
rec.com

23

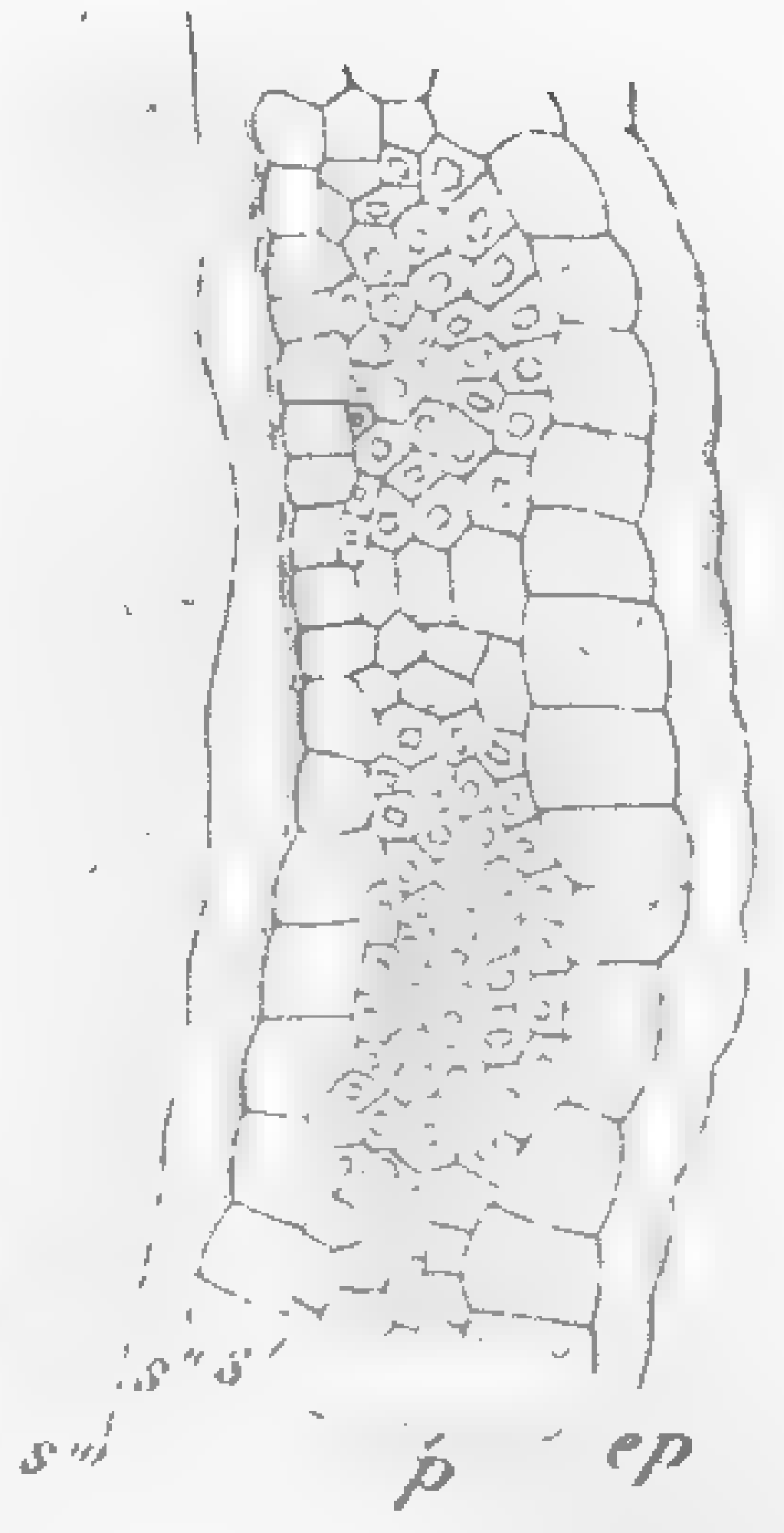


24.



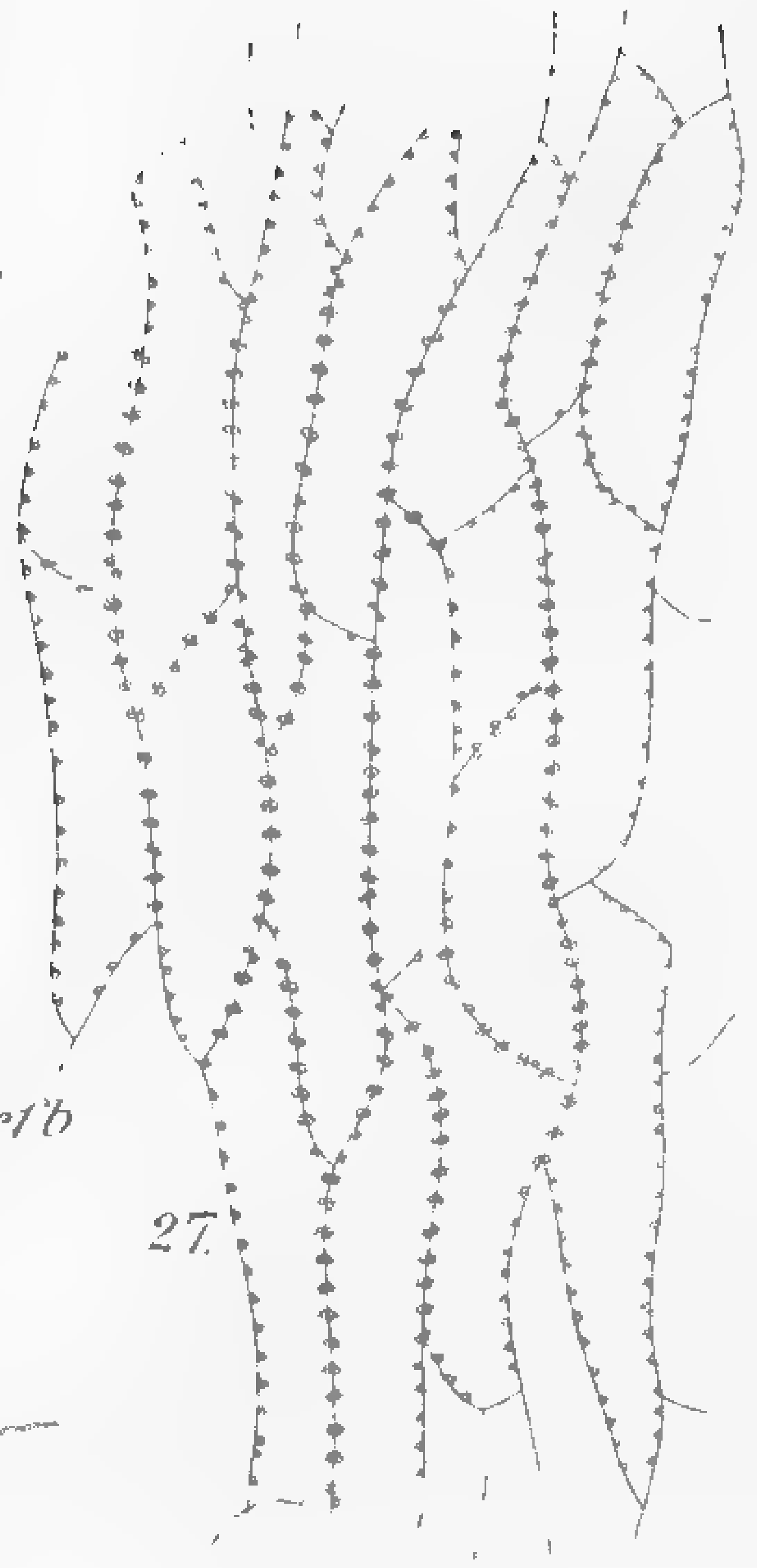
ast
ep
gb
pz
pz
cob
ash

25.

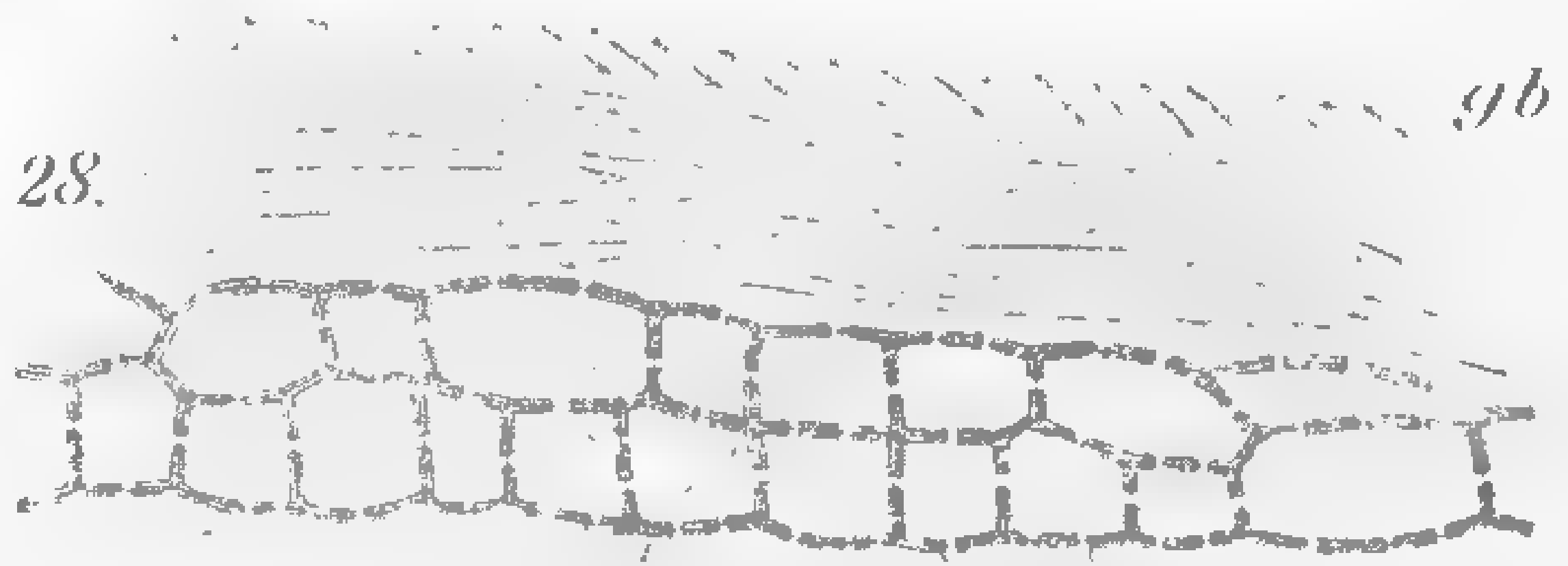


st
st
s'''
s''
s'
p
ep

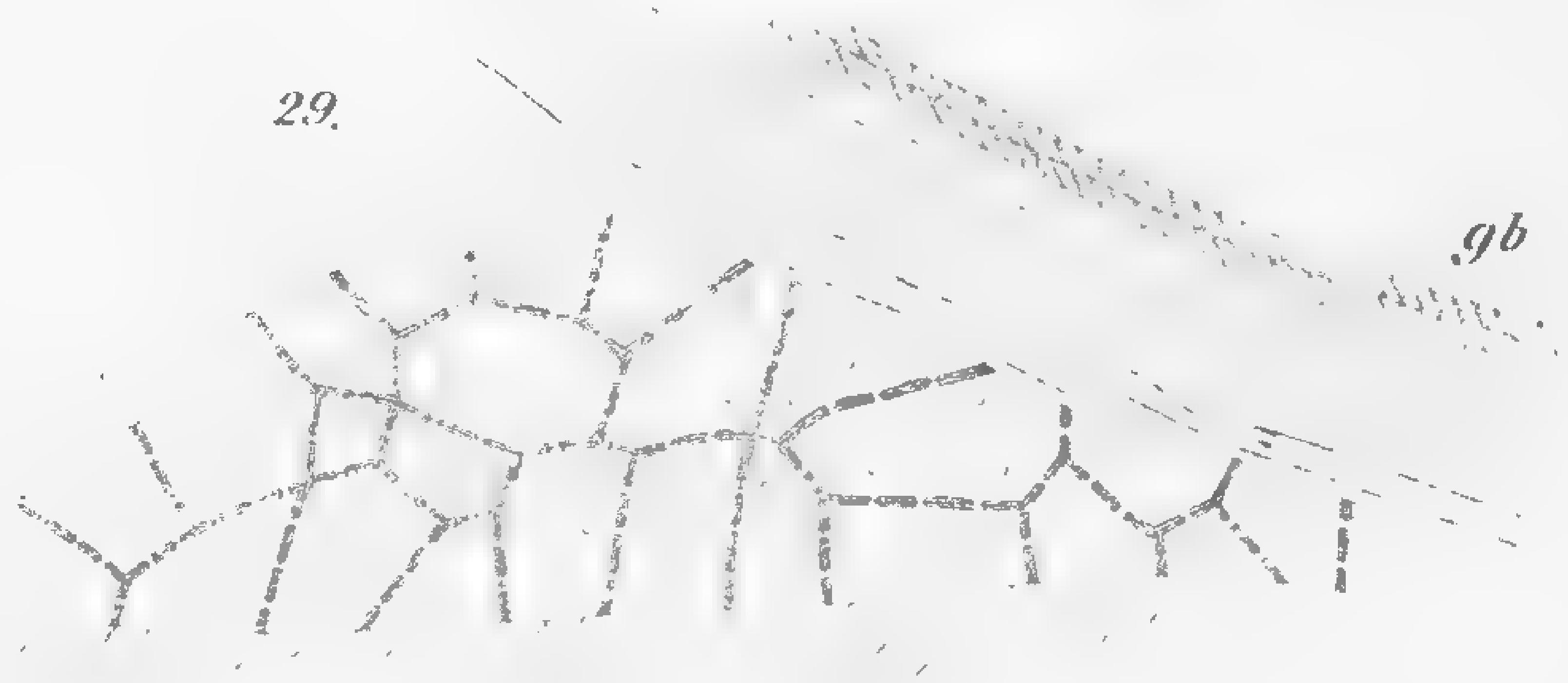
26.



27.



28.



29.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung, Marburg i. Hessen.

Im August und November vorigen Jahres wurden ausgegeben:

FLORA

oder

Allgemeine Botanische Zeitung

früher herausgegeben
von der
Kgl. Bayer. Botanischen Gesellschaft in Regensburg.

81. Band.

Ergänzungsband zum Jahrgang 1895.

Herausgeber: Dr. K. GOEBEL,
Professor der Botanik in München.

Heft I mit 4 Tafeln und 44 Textfiguren.

Inhalt. JOS. B. JACK, Beiträge zur Kenntniss der Pellia-Arten.
K. GOEBEL, Ein Beitrag zur Morphologie der Gräser.
M. RACIBORSKI, Die Desmidieenflora des Tapacoomasees.
F. NOLL, Ueber die Mechanik der Krümmungsbewegungen bei Pflanzen.
Dr. ERNST STIZENBERGER, Die Grübchenflechten (Stictei) und ihre geographische Verbreitung.
M. RACIBORSKI, Die Schutzvorrichtungen der Blüthenknospen.
K. GOEBEL, Zur Geschichte unserer Kenntniss der Correlationserscheinungen II.
LITTERATUR: Dr. E. Loew, Einführung in die Blüthenbiologie auf historischer Grundlage
Prof. Dr. Friedrich Ludwig, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen.

Heft II mit 3 Tafeln und 80 Textfiguren.

Inhalt. E. ZACHARIAS, Ueber das Verhalten des Zellkerns in wachsenden Zellen.
Dr. K. GIESENHAGEN, Die Entwickelungsreihen der parasitischen Exoasceen.
W. SCHOSTAKOWITSCH, Ueber die Bedingungen der Conidienbildung bei Russthaupilzen.
P. DIETEL, Ueber Rostpilze mit wiederholter Aecidienbildung.
JULIUS SACHS, Physiologische Notizen. IX. Weitere Betrachtungen über Energiden und Zellen.
GREGOR KRAUS, Wasserhaltige Kelche bei Parmentiera cereifera Seem.
FRITZ MÜLLER, Zum Diagramm der Zingiberaceenblüthe.
LITTERATUR: A. Möller, Protobasidiomyceten. Untersuchungen aus Brasilien.

Preis beider Hefte, die nur zusammen abgegeben werden,
Mk. 16.—.

R. Friedländer & Sohn, Berlin N. W., Carlstrasse 11.

Von

Icones
Fungorum hucusque cognitorum,

Mikroskopisch-anatomische Abbildungen der Schwämme
von
A. C. J. Corda,

6 Bände in Folio mit 64 Tafeln, Prag 1837—54,

diesem gänzlich aus dem Handel verschwundenen Werke, haben wir einen neuen Abdruck in einer kleinen Anzahl von Exemplaren veranstaltet, welchen wir zum Preise von

270 Mark

für das vollständige Exemplar liefern.

Es ist dadurch dieses für die Mykologie hochbedeutende Werk den Forschern zu mässigem Preise wieder zugänglich gemacht worden.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung in Marburg.

Die
Mechanik der Reizkrümmungen
von
Dr. F. G. Kohl,
Professor der Botanik an der Universität Marburg.
Mit 19 Figuren im Text und 6 Tafeln
Preis Mk. 4.50.

Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze u. Kieselsäure in der Pflanze.

Ein Beitrag
zur Kenntniss der Mineralstoffe im lebenden Pflanzenkörper
von
Dr. Fr. G. Kohl.

Mit 8 lithographirten Tafeln. Lex. 8⁰. VII, 314 S.

Preis Mk. 18.—.

Af(c 43

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

82. BAND.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL
Professor der Botanik in München.

Heft II mit 1 Tafel und 27 Textfiguren.
Erschienen am 13. April 1896.

Inhalt.

W. SCHMIDLE, Chlamydomonas grandis Stein und Chlamydomonas Kleinii Schmidle . . . . . Seite 85—89
JOHN AF KLERCKER, Ueber zwei Wasserformen von Stichococcus . . . „ 90—106
M. RACIBORSKI, Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus ranarum . . . . . „ 107—132
IGNAZ FAMILLER, Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte oder umgebildete Sexualorgane . . . . . „ 133—168
LITTERATUR: Gustav Lindau, Lichenologische Untersuchungen. — W. Detmer, Das pflanzenphysiologische Praktikum . . . . . „ 169—170
EINGEGANGENE LITTERATUR . . . . . „ 171—172

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG
1896.

Bemerkung.

Das Honorar beträgt 20 Mk. pro Druckbogen, für die Litteraturbesprechungen 30 Mk. Die Mitarbeiter erhalten 30 Sonderabdrücke kostenfrei. Wird eine gröſsere Anzahl gewünscht, so werden für Druck und Papier berechnet:

Für	10	Exemplare	pro	Druckbogen	Mk.	1.20:	pro	einfarb.	einfache	Tafel	Mk.	—.30
„	20	„	„	„	„	2.50	„	„	„	„	„	—.60
„	30	„	„	„	„	3.80	„	„	„	„	„	—.90
„	40	„	„	„	„	5.—	„	„	„	„	„	1.20
„	50	„	„	„	„	6.50	„	„	„	„	„	1.50
„	60	„	„	„	„	8.—	„	„	„	„	„	2.—
„	70	„	„	„	„	9.20	„	„	„	„	„	2.50
„	80	„	„	„	„	10.50	„	„	„	„	„	3.—
„	90	„	„	„	„	12.—	„	„	„	„	„	4.—
„	100	„	„	„	„	15.—	„	„	„	„	„	5.—

Dissertationen, Abhandlungen systematischen Inhalts, sowie solche von welchen über 100 Sonderabdrücke hergestellt werden, werden nicht honoriert; für solche, die umfangreicher als 4 Bogen sind, werden nur 4 Bogen honoriert; die Kosten für Abbildungen hat bei Dissertationen der Verfasser zu tragen; ebenso bei fremdsprachigen Manuskripten die Kosten der Übersetzung. Die Zahlung der Honorare erfolgt nach Abschluſs eines Bandes. Der Bezugspreis eines Bandes beträgt 18 Mark. Jedes Jahr erscheint ein Band im Umfang von mindestens 30 Druckbogen, nach Bedürfniſs schlieſsen sich an die Jahrgänge Ergänzungsbände an, welche besonders berechnet werden.

Manuskripte und Litteratur für die „Flora“ sind an den Herausgeber, Herrn Prof. Dr. Goebel in **München,** Nymphenburgerstr. 50,III zu senden, Korrekturen an die Druckerei von Valentin Höfling, München, Kapellenstraſse 3. Alle geschäftlichen Anfragen etc. sind zu richten an die unterzeichnete Verlagshandlung.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung
Marburg (Hessen-Nassau).

Chlamydomonas grandis Stein und Chlamydomonas Kleinii Schmidle.

Von

W. Schmidle, Mannheim.

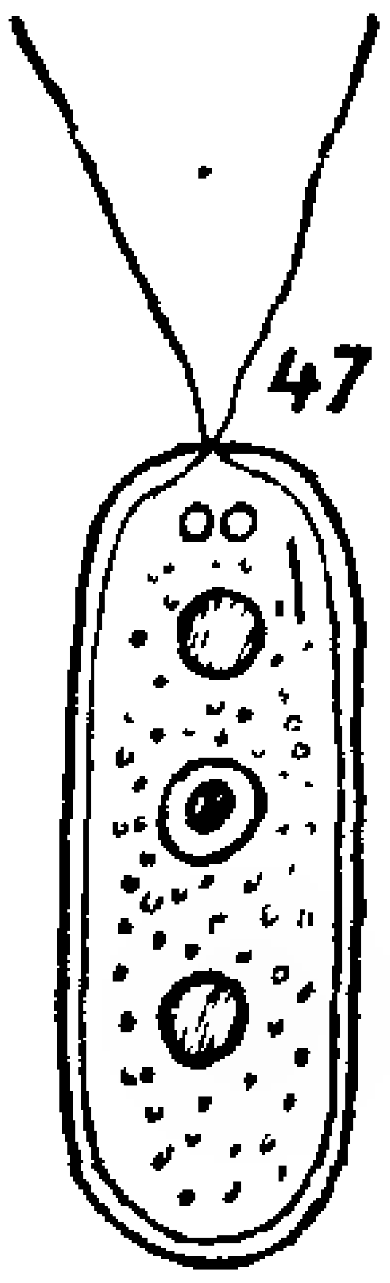
(Mit 6 Figuren.)

Oskar Dill hat in seiner interessanten Inaugural-Dissertation[1]) einen von ihm in einem Teiche bei Jungholz oberhalb Säckingen in Baden gefundenen Chlamydomonas als Chlamydomonas grandis Stein beschrieben und mit dieser Species Chlamydomonas Kleinii Schmidle[2]) als identisch erklärt. Einen Nachweis der Identität zu führen hat er nicht versucht; einen solchen zu erbringen, dürfte nach dem Folgenden wohl unmöglich sein.

Stein hat seinen in dem grossen Infusorienwerke veröffentlichten Species bekanntlich keine Diagnosen beigegeben. Der Nachweis der Identität beider Chlamydomonasarten muss demnach bloss mit Hilfe der vier Figuren und deren Erklärungen geführt werden, die Stein auf Tab. XV hinterlassen hat.

Von diesen Figuren (Fig. 47, 48, 49 u. 50) kommen hier nur die drei ersten in Betracht da Fig. 50 vorzüglich die „Vermehrung durch bewegliche Theilungssprösslinge“ veranschaulichen soll. Ich gebe die Figuren in zinkographischer Reproduktion dieser Arbeit bei, um dem Leser ein selbständiges Urtheil zu ermöglichen.

Der Körper der abgebildeten Chlamydomonadineen ist bei allen drei Figuren ein länglichcylindrischer, nur bei Fig. 48 an den Enden deutlich mehr abgerundet. Fig. 47 zeigt eine deutliche Umhüllung und am Vorderende des Protoplasten ein Schnäbelchen, welches die Umhüllung durchbricht, oder welches vielleicht, wie bei Dill, in eine Einbuchtung der inneren Membrancontur einzuspringen scheint. Ein Hautwärzchen scheint zu fehlen. Ebenso fehlt die Längsstreifung, wodurch sich diese Figur sofort von Dill's Chlamydomonas grandis unterscheidet. Dass diese Längsstreifung wirklich fehlt, d. h. nicht nur



Chlamydomonas grandis Stein. Tab. XV Fig. 47.

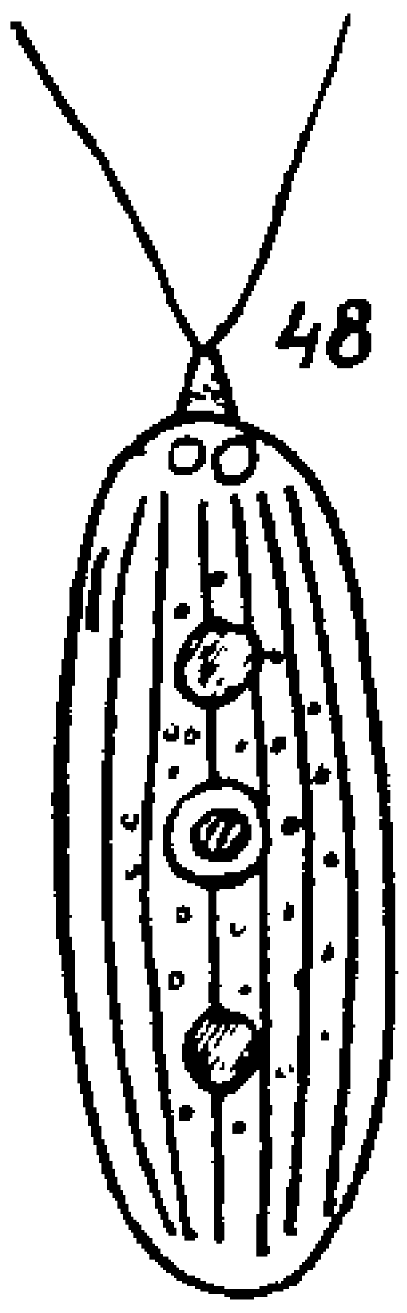
---

[1]) Die Gattung Chlamydomonas und ihre nächsten Verwandten: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Band XXVIII Heft 3.

[2]) Flora 1893.

nicht gezeichnet ist, geht unzweifelhaft aus dem Umstande hervor, dass Stein die folgende Figur als **längsgebänderte Varietät** besonders hervorhebt.

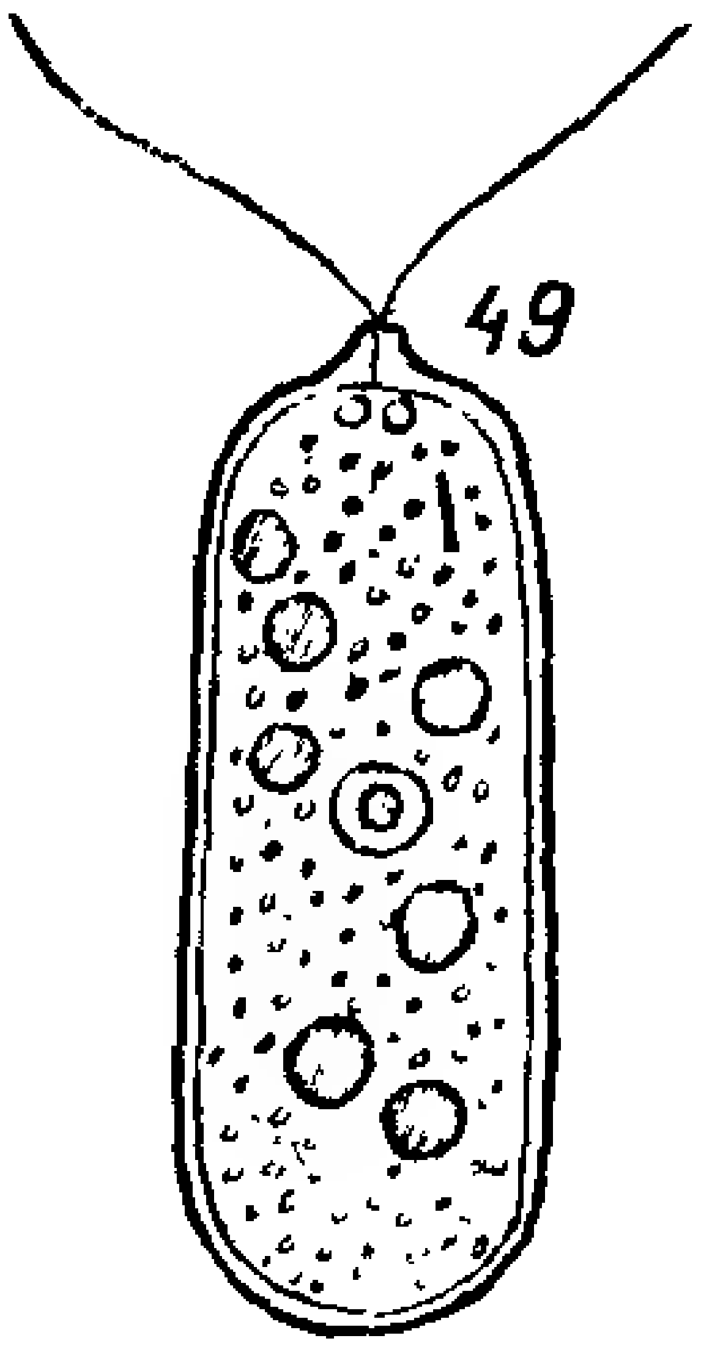
Diese Figur nun (Fig. 48) stellt zweifellos eine Oberflächenansicht eines Exemplars dar. Ich schliesse dieses aus dem Umstande, dass das Schnäbelchen vom Protoplasten durch eine durchlaufende Contur abgetrennt ist. Aus der Zeichnung der Längsstreifung dürfen wir dieses vorerst nicht schliessen, denn Stein sagt in seinem Infusorienwerke nirgends, wodurch sie hervorgerufen ist. Zugleich erklärt uns diese Annahme die etwas abgerundetere Gestalt der Zelle und lässt uns vermuthen, dass die Streifung durch die Struktur irgend eines an der Oberfläche der Zelle liegenden Zellbestandtheiles hervorgerufen ist. Da sind nun aber viele Möglichkeiten vorhanden. Einmal kann sie durch Längsstreifung der Membran hervorgebracht werden, dann dadurch, dass, wie bei Ch. Steinii Gorosch., das geschlossene Chromatophor auf der Aussenseite mit erhöhten Längsleisten oder in Reihe gestellten Wärzchen versehen ist oder endlich, wie ich es zuerst bei Ch. Kleinii nachgewiesen und wie Dill es bestätigt, durch ein in Längsbänder zerschlitztes Chromatophor. Es ist aber unstatthaft, ohne Weiters wie Dill anzunehmen, dass auch der Stein'sche Chl. grandis ein solches Chromatophor hatte. Dass ein solches bei Chlamydomonaden vorkommt, habe erst ich zuerst beobachtet.



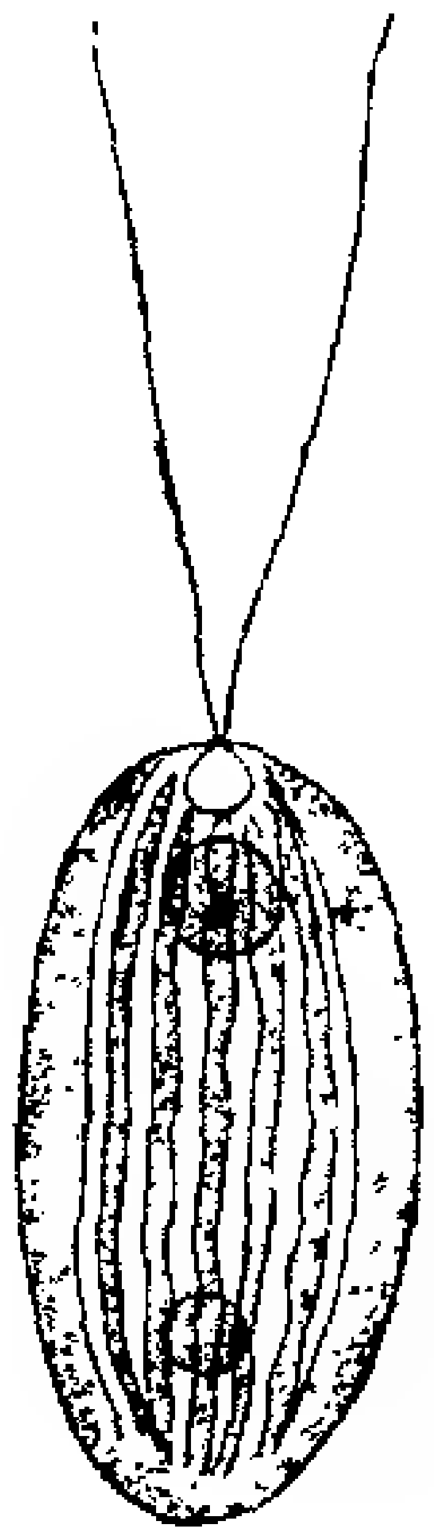
Chlamydomonas grandis Stein. Inf. Tab. XV Fig. 48.

Die Figur 48 stellt, wie gesagt, eine Oberflächenansicht dar, denn nur in diesem Falle erscheint das Schnäbelchen, wenn es noch sichtbar ist, von der Contur der Umhüllung, über die es hinausragt, am Grunde abgetrennt, sowohl wenn es zum Protoplasma als auch wenn es zur Umhüllung gehört. Welcher Fall vorliegt, lässt sich nicht entscheiden. Wenn Dill annimmt, die Umhüllung sei nicht in dieser Figur gezeichnet, das Schnäbelchen also nur ein Protoplasmaschnäbelchen, so ist das eine nicht zu beweisende Annahme, wie jeder weiss, der sich das Oberflächenbild einer einzelligen Alge genauèr betrachtet; die Membran tritt hier bekanntlich nicht als besondere, vom Zellkörper getrennte Contur hervor, wie es beim optischen Durchschnitt geschieht. Die bedeutende Grösse des Schnäbelchens, welches jedenfalls das kaum bemerkbare Protoplasmawärzchen von Fig. 47 und der Dill'schen Form weit übertrifft, spricht nach meiner Ansicht eher dafür, dass es ein Hautwärzchen darstellt, wie wir es auch in Fig. 49 deutlich gezeichnet finden.

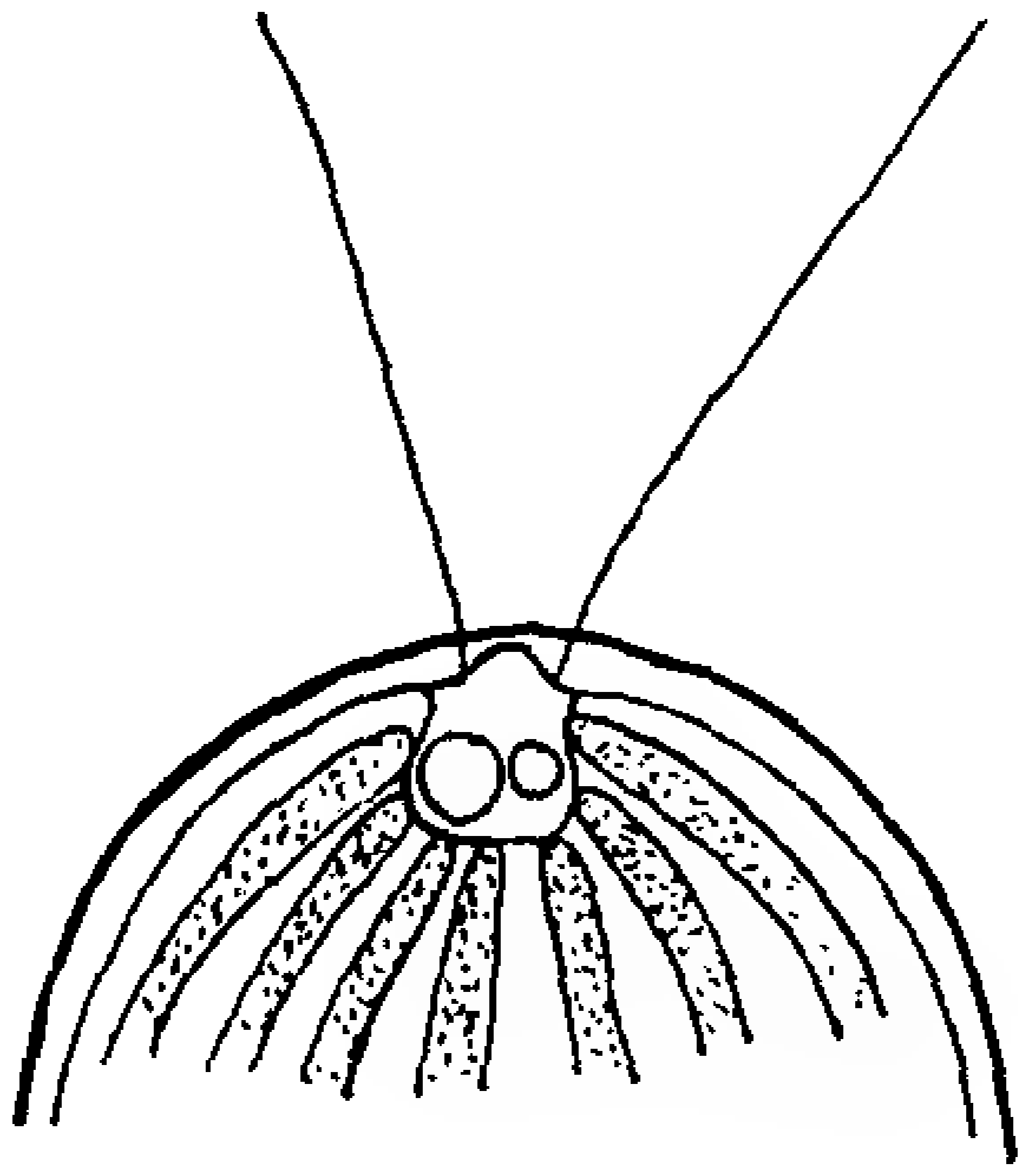
Wir kommen jetzt zu Fig. 49, zu derjenigen Figur, welche Bütschli in die Tafeln seines Protozoenwerkes wohl als den charakteristischen Chl. grandis Stein[1]) aufgenommen hat. Die Unterschiede mit Chl. Kleinii und mit dem Dill'schen Chlamydomonas, aber auch mit den vorhergehenden Figuren Stein's selbst, liegen hier auf der Hand. Hier ist nicht nur ein wohlentwickeltes Hautwärzchen gezeichnet, durch welches die Cilien hindurchgehen, welches aber bei Dill's Form und bei Ch. Kleinii gänzlich fehlt, sondern es fehlt zweitens das Protoplasmawärzchen, welches umgekehrt Dill zeichnet; es ist drittens auch keine Bänderung vorhanden, denn sonst hätte Stein logischerweise wie bei Fig. 48 auch Fig. 49 als zur „gebänderten Varietät" gehörend bezeichnet; es sind viertens eine Menge Pyrenoide gezeichnet, während doch bei meiner Species, wie ich ausdrücklich angegeben[2]), wie auch Dill angibt[3]), die Zweizahl der Pyrenoide bei nicht in Nährlösungen cultivirten Individuen ein constantes Merkmal ist. **Der Unterschied ist also hier in die Augen springend**[4]).



Chlamydomonas grandis Stein. Inf. Tab. XV Fig. 49.



Chl. Kleinii Schmidle.



Chl. grandis Stein nach Dill.

---

[1]) Bütschli Protozoen: tab. XLIII fig. 10.

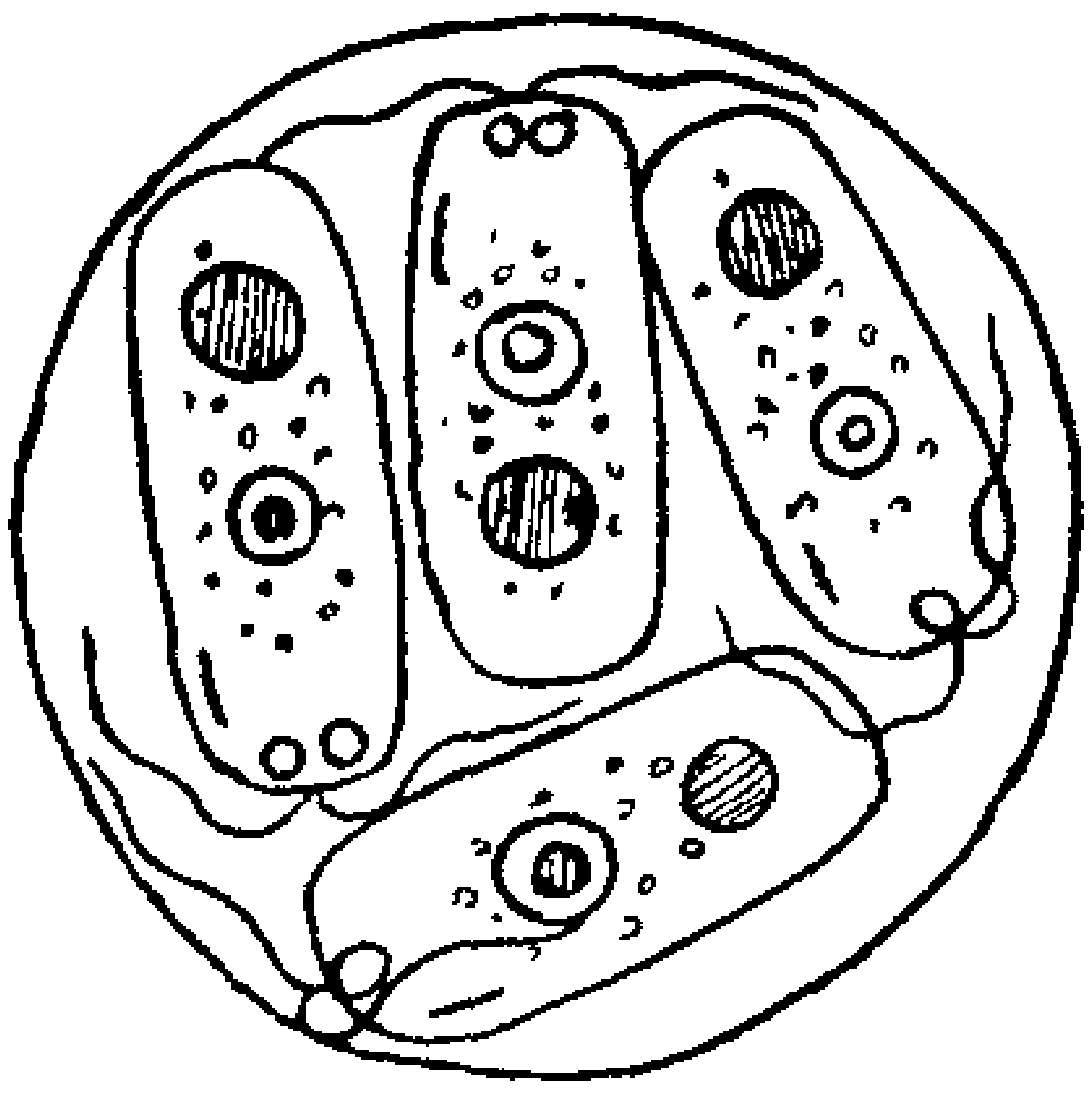
[2]) Flora 1893 pag. 21.

[3]) Dill l. c. pag. 4 und 5 im Separat.

[4]) Beiläufig möchte ich noch erwähnen, dass auch die Zellform abweicht. Meine Exemplare und auch die Dill's sind an den Enden viel mehr abgerundet als Stein sie in Fig. 47 und 49 zeichnet. Fig. 48 sagt für die Zellform als Oberflächenansicht nichts aus.

Erwähnenswerth ist vielleicht auch der Umstand, dass mein Chl. Kleinii sich

Es stehen nun wohl nach dem Vorhergehenden zwei Thatsachen fest: 1. dass es nicht angeht, den Chlamydomonas Dill's und meinen Chl. Kleinii zu Chl. grandis Stein zu rechnen, 2. dass die Species Chl. grandis eine Collectivspecies ist von gebänderten (Fig. 48) und ungebänderten Formen (Fig. 47 und 49)[1]), von solchen mit Hautwärzchen (Fig. 49) und solchen ohne Hautwärzchen (Fig. 47), von solchen mit Protoplasmawärzchen (Fig. 47) und solchen, bei welchen diese fehlen (Fig. 49).



Chlamydomonas grandis Stein.
Inf. Tab. XV. Fig. 50.

Interessant ist es, in dieser Hinsicht auch *Fig. 50 ins Auge zu fassen.* Die Theilsprösslinge sind ungebändert, ohne Haut- und Protoplasmawärzchen — und haben aber merkwürdiger Weise nur **ein** Pyrenoid hinter dem Zellkern[2]). Wie anders verhalten sich hier doch Chl. Kleinii Schmidle und auch Dill's Form, die **nie**, selbst in noch unentwickelteren Zuständen ein einziges Pyrenoid besitzen. Und gerade Dill's Arbeit, wie auch die meine, weisen darauf hin, dass die Anzahl und Stellung der Pyrenoide ein sehr constantes Merkmal ist, so dass also auch diese Figur nie mit den drei vorhergehenden als zu derselben Species gehörend betrachtet werden darf.

Chl. grandis Stein ist also eine Collectivspecies. Demzufolge sehen wir sie denn auch in der Litteratur bald mit Chl. obtusa A. Br.,[3]) bald mit Chl. obtusa Cienkowski, bald mit Chl. Steinii Goroschankin[4])

---

nicht der Länge nach theilt wie die meisten Chlamydomonaden, sondern der *Quere nach.* Es ist nun sehr auffällig, dass einem Manne wie Stein, diesem sorgfältigen und genauen Beobachter, diese so leicht und häufig zu beobachtende Thatsache entgangen sein sollte. Und doch weiss selbst Bütschli in seinen *Protozoen pag.* 746 von einer Quertheilung der Chlamydomonaden *nichts zu sagen.* Erst Dangeard, Goroschankin und mir gelang es, diese zu beobachten.

[1]) Ich weise hier nochmals darauf hin, dass Stein Fig. 48 als **„gebänderte** Varietät" ausdrücklich ausscheidet.

[2]) Anders kann die Figur Stein's nicht erklärt werden, wenn auch Stein in der Figurenerklärung nicht von Pyrenoiden, sondern von Stärkekörnern redet.

[3]) Z. B. bei Bütschli, Protozoen Tab. 43, De Toni, Sylloge Algarum I pag. 550 etc.

[4]) Goroschankin: I u. II Bull. Soc. imp. Natur. Moscou 1890 u. 91.

als identisch erklärt. Und selbst in Dill's Arbeit finden wir sie, nachdem sie kurz vorher als selbständige Species diagnosticirt ist, wieder als fragliches Synonym zu Chl. Steinii Gorosch. gezogen, ein Zeichen, dass auch Dill wohl diese Sachlage bemerkt zu haben scheint, wenn er sie auch nirgends in seiner Arbeit erwähnt. Interessant ist in dieser Hinsicht die Diagnose zum Vergleiche heranzuziehen, die Blochmann[1]) von Chl. obtusa A. Braun (= Chl. grandis nach dessen Ansicht) in der jüngst erschienen zweiten Auflage der „Thierwelt des Süsswassers" gibt. Es heisst hier: „Cylindrisch, vorn und hinten gerundet; mit kleinem Membrankegel; Geisseln kürzer als der Körper, Chromatophor tief ausgehöhlt, auf der Aussenseite durch Längsreihen von Wärzchen streifig, Kern etwas vor der Mitte, hinten ein Pyrenoid etc. Was hat **dieser** Chl. grandis mit dem Dill'schen gemein, resp. mit meinem Chl. Kleinii? **Nichts**, als die cylindrische Körpergestalt.

Chl. grandis Stein kann also mit der Dill'schen Form nicht identificirt werden und ist als eine Collectivspecies zu streichen, genau so wie auch Chl. pulvisculus, nachdem durch die Arbeiten von Klebs, Bütschli, Schmitz u. a. die Kenntniss und Bedeutung des Zellbaus eine Erweiterung erfahren hat, durch Goroschankin, Dangeard etc. gestrichen, resp. in eine relativ grosse Zahl von Species aufgelöst ist. Sie aber mit veränderter, resp. neuer Diagnose als Chl. grandis (Stein) Dill aufleben zu lassen, würde allen anerkannten Gesetzen der botanischen Nomenclatur widersprechen, nachdem ich, wie Dill selbst anführt, meinen Chl. Kleinii genau so eingehend beschrieben, wie irgend eine andere Chlamydomonaspecies neuerdings beschrieben worden ist, und da seine Form nach Dill's eigener Angabe mit meiner Beschreibung selbst bis auf den Standort (Schwarzwald) genau übereinstimmt. Dill's weitere Beobachtung eines Protoplasmawärzchens, welches ich für meine Species nicht angegeben, welches übrigens, wie ich mich seither überzeugt, auch bei meiner Art vorhanden, wenn auch wie bei der Dill's nicht leicht sichtbar ist, berechtigt offenbar nicht zur Aufstellung einer **neuen** Species, wo sonst in Gestalt, Grösse, Entwickelung und im Bau des Zellinnern vollständige Uebereinstimmung herrscht. Und desshalb muss Chl. grandis Stein mit der Dill'schen Diagnose gestrichen und als Chl. Kleinii Schmidle bezeichnet werden.

---

1) Blochmann, Die Thierwelt des Süsswassers II. Aufl. 1895.

Ueber zwei Wasserformen von Stichococcus.

Von

John af Klercker.

(Hierzu Tafel VI.)

Als Begleiter des von mir während der Zeit Oktober 1887 bis April 1889 in Tübingen cultivirten *Stigeocloniums* traten in gewissen Serien von Culturen zwei Arten von *Ulothrix*-Fäden auf, die sehr schwierig von dem *Stigeoclonium* zu trennen waren und auf deren Entfernung ich aus dem Grunde auch kein grösseres Gewicht legte, weil der Bau ihrer Protoplasten jede Verwechselung mit den etwaigen Zellenformen des *Stigeocloniums* völlig ausschloss. Da die genannten Algen während des Verlaufs der Untersuchung sehr wechselnden Kulturbedingungen ausgesetzt wurden und dabei Veränderungen zeigten, die mit den in letzter Zeit vielfach diskutirten Fragen von dem Polymorphismus der Algen in innigem Zusammenhange stehen, habe ich dieselben jetzt bei der Bearbeitung meines *Stigeoclonium*-Materiales etwas ausführlicher mittheilen wollen, obgleich verschiedene von den gefundenen Daten inzwischen auch von anderen Forschern berührt worden sind.[1] Wie bei verschiedenen Gelegenheiten constatirt wurde, zerfallen die genannten Algen unter gewissen Culturbedingungen in ihre einzelnen Zellen und sind deswegen, sowie aus anderen, unten zu besprechenden Gründen, der Pleurococcaceengattung *Stichococcus* zuzuzählen, die 1849 von Nägeli (12) begründet, später vornehmlich durch die Untersuchungen von Fr. Gay (5) näher präcisirt wurde.

Ich werde im Folgenden meine Erfahrungen über diese beiden Algenspecies, die ich als *Stichococcus subtilis* und *Stichococcus bacillaris* Näg. bezeichne, mittheilen, um nachher ihrer systematischen Stellung eine besondere Erörterung zu widmen. Um den Ueberblick zu erleichtern, theile ich aber zuerst ein Schema derjenigen Culturen mit, worin die beiden *Stichococcus* auftraten.[2]

---

[1] de Wildeman (15), (16), (17), (18), (19), Hansgirg (6), Fr. Gay (5), (20), Borzì (1), (2).

[2] Die Ziffern beziehen sich auf die Nummerirung der Stigeocloniumculturen in meinen demnächst erscheinenden „Culturversuche mit Stigeoclonium“, wo auch die Zusammensetzung der angewandten 0,3proc. anorganischen Nährlösungen angegeben ist.

Uebersicht der Culturen von Stichococcus.

I. Normal
v. 31. X. 1887.
9. XII. 1887.
St. subtilis f. filata,
m. Sphaerulen (Fig. 3);
St. bacillaris f. filata.

II. Kalifrei
v. 4. XI. 1887.
19. XI. 1887.
St. subtilis f. filata.
7. VII. 1888.
St. subtilis f. coccoidea.
10. VII. 1888.
St. subtilis f. coccoidea.
Mit sehr grossen Sphaerulen.

VII. Aqua dest.
v. 8. VII. 1888.

IX. Normal ohne Fe
v. 11. VII. 1888.
19. VIII. 1888.
St. subtilis f. filata.
23. IV. 1889.
St. subtilis f. filata;
6,8 μ breit.

XII. Magnesiumfrei
v. 12. VII. 1888.
5. VIII. 1888.
St. subtilis f. filata,
ohne Sphaerulen:
St. bacillaris f. filata.
10. IV. 1889.
St. subtilis f. coccoidea,
ohne Sphaerulen;
St. bacillaris f. coccoidea;
Nährlösung erneuert.
14. IV. 1889.
St. bacillaris f. filata,
3,4 μ breit.

XV. Schwefelfrei
v. 11. VII. 1888.
4. III. 1889.
St. subtilis f. filata;
St. bacillaris f. filata.
21. III. 1889.
St. subtilis f. filata;
St. bacillaris f. filata.

XVIII. Normal ohne Fe
v. 4. III. 1889.
18. III. 1889.
St. subtilis f. filata.

XXIII. Magnesiumfrei
v. 28. III. 1889.
10. IV. 1889.
St. subtilis f. coccoidea,
7—9,1 μ breit,
8,4—10 μ lang;
St. bacillaris f. coccoidea,
3,4 μ breit,
7 μ lang.

Stichococcus subtilis. Diese Alge bildete in den Culturen unverzweigte, cylindrische Fäden (Fig. 1) von 5,6 μ (Min. 5 μ — Max. 6,8 μ) Durchmesser und war aus Zellen mit eiförmigem Querschnitt aufgebaut, die sich ausschliesslich durch transversale Wände theilen. Die Länge der soeben durch Theilung entstandenen Zellen beträgt 9,4 μ, die maximale Länge der Zellen eines lebhaft sich theilenden Fadens folglich 18,8 μ und daher L/D = 3,3.[1]) Die Theilungen erfolgen intercalar, ohne dass für ihr Auftreten irgend ein bestimmtes Gesetz ermittelt werden konnte.

Der Protoplast enthält gewöhnlich zwei polar gelegene Vacuolen (Fig. 2, v), die gegen die Enden der Zellen von einem so winzigen Plasmahäutchen begrenzt werden, dass dasselbe erst im plasmolytischen Zustande sichtbar wird; bisweilen verschmelzen die beiden Vacuolen zu einer Hauptvacuole. Der Zellkern (Fig. 2, n), der, soviel ich ermitteln konnte, fast sphärische Gestalt besitzt, lagert entweder zwischen den Vacuolen, was in lebhaft sich theilenden Zellen ausnahmslos vorkommt, oder nimmt, wenn ein Zellsaft vorhanden, seine Stelle im Wandplasma auf der Mitte der Zellenlänge ein. Der Chloroplast liegt immer im Wandplasma; in soeben getheilten Zellen beträgt seine Länge 9 μ; und er bekleidet meistens genau ein Drittel der inneren Cylinderfläche der Wandung. Seine Breite ist demnach $\pi/3 . 5,6 = 5,3$ μ und seine Form eine Ellipse. In ausgewachsenen Zellen, die sich weniger lebhaft theilen, nimmt er bisweilen die Hälfte des Zellenumfanges ein und wird dann kreisrund (da $\pi/2 . 5,6 = 9$ μ). In der Mitte befindet sich ein kugeliges, sehr blasses, nacktes Pyrenoid. Eine Stärkehülle um dasselbe habe ich nie beobachtet und in den Zellen auch sonst, wenn sie unter gleichen Bedingungen mit anderen Algen wuchsen, die in der Zeit massenhaft Stärke producirten, nie eine Spur von Stärke nachweisen können. Ich halte somit für sicher, dass diese Alge keine Stärke als Reservestoff bildet. Die Chloroplasten sind stark phototaktisch und nehmen unter dem Mikroskop im durchfallenden Lichte Profilstellung ein (Figg. 1, 2, 4, 7), wodurch die Hälfte des Zelllumens hell erscheint, was der Alge ihr charakteristisches, oft beschriebenes Aussehen verleiht. Bei der Zelltheilung werden die Chloroplasten in der Mitte eingeschnürt und runden sich gleich nach der Theilung ab.

In den Vacuolen traten in sämmtlichen Kulturen, mit einer unten zu besprechenden Ausnahme, kleine Tröpfchen einer ölartig aussehenden Substanz auf, die in vielen Beziehungen mit den bei dem *Stigeoclo-*

---

[1]) L = Länge; D = Durchmesser; L/D = Verhältniss zwischen Länge und Durchmesser der Zellen.

nium und anderen Chaetophoreen vorkommenden übereinzustimmen scheint. Diese Tröpfchen, die ich, da über ihre Natur noch sehr wenig ermittelt ist,[1] nur um eine Bezeichnung zu haben, mit dem provisorischen Namen „Sphaerulen" belegen will, nehmen bei *Stichococcus subtilis* unter denselben Bedingungen wie bei dem *Stigeoclonium* ausserordentlich an Menge zu. Die Zahl dieser Sphaerulen kann sich derart vergrössern, dass sie den Einblick in den innern Bau der Zelle fast unmöglich machen (Fig. 3). Sie erschienen immer im Zellsaft suspendirt, wo sie allmählich zu immer grösseren Kugeln zusammenfliessen. Für *Stigeoclonium* konnte festgestellt werden, dass die Sphaerulen im Plasma[2] entstehen und nachher in die Vacuole ausgestossen werden, für unser *Stichococcus* wurde dies Verhalten zwar nicht verfolgt, was bei der Kleinheit des Objectes auf besondere Schwierigkeiten stösst, doch spricht die sonstige Uebereinstimmung dafür, dass sie hier ebenso entstehen. Bei Plasmolyse von Zellen, die mit kleinen Sphaerulen erfüllt sind, schmelzen sie zu einer grossen ölartigen Masse zusammen, die nach Zurückgang der Plasmolyse in wenige sehr grosse Sphaerulen wieder zersprengt wird. Besonders ausgiebige Anhäufung dieses Stoffes wurde in Zellen beobachtet, welche mit 20proc. Rohrzuckerlösung, die Plasmolyse hervorrief, gefüttert wurden.

Eine Anhäufung schien vornehmlich in denjenigen Fällen einzutreten, wo unter genügendem Vorhandensein von Magnesium und Eisen in alten Culturen ein Herabsetzen der Zelltheilungsgeschwindigkeit aus anderen Gründen eintrat.

Kann die Menge der Sphaerulen vergrössert werden, so ist andererseits möglich, ihre Bildung ganz zu unterdrücken, resp. die Auflösung schon gebildeter Sphaerulen zu veranlassen, und zwar durch dieselbe Nährlösung, die bei dem *Stigeoclonium* das Schwinden resp. unterbleibende Entstehung von den Sphaerulen bewirkte. Es war dies eine magnesiumfreie 0,3proc. Nährlösung. Auch in eisenfreier Normallösung, sowie bei Verdunkelung, wurde eine auffallende Reduction der Sphaerulen wahrgenommen und es sind die beigegebenen Zeichnungen deswegen grösstenteils nach solchen Pflanzen entworfen, weil dieselben eben durch das Fehlen der Sphaerulen die innere Morphologie des Protoplasten am besten erkennen lassen.

---

[1] Sie werden in der Litteratur, wo sie vielfach erwähnt werden, meistens schlechthin als Oel bezeichnet, haben mir aber keine distinkte Fettreactionen gegeben.

[2] Dieselben sind durch Bismarckbraun und a. Anilinfarbstoffe in der lebenden Zelle zu färben. Die Entstehung im Plasma konnte sowohl an *tingirtem* wie an ungefärbtem Material festgestellt werden. Vgl. über Methodik af Klercker (8).

Die oben besprochenen Umstände: die Bildung von Sphaerulen bei herabgesetzter Zelltheilung und das Nichtvorkommen oder Schwinden derselben bei lebhafter Vergrösserung der Zahl der Zellen resp. herabgesetzter Assimilation haben mich zu der Ueberzeugung geführt, dass wir in den Sphaerulen einen Reservestoff erblicken dürfen, der wahrscheinlich durch Anhäufung der Assimilate entsteht.[1])

Die äussere Gestaltung unserer Pflanze kann unter gewissen Umständen durchgreifende Veränderungen erleiden. Die Zellen werden unter denselben Bedingungen, die zur Anhäufung der Sphaerulen führen, etwas überverlängert, was offenbar mit einer Beschleunigung des Längenwachsthumes im Vergleich zu der Frequenz der Zelltheilungen im Zusammenhange steht. Die Fig. 3 zeigt einen derartigen Zellfaden, wo die wachsenden Zellen bis 26 μ lang sein dürfen. Bei derartigen überverlängen Zellen treten nun auch andere Eigenschaften zu Tage. In einer Cultur, die am 19. März 1889 mit 20 proc. Rohrzucker angesetzt wurde und wo die Zellen im plasmolytischen Zustande reichlich Sphaerulen bildeten und nachher, seit dem 20., in Normallösung weiterwuchsen, zeigte sich bei der am 22. März erfolgten Untersuchung der lebhaft gewachsenen Pflanzen eine sehr auffallende Erscheinung. Bei schwacher Vergrösserung waren die Fäden scheinbar an dem einen Ende mit einer grösseren, runden Zelle versehen, die sich aber bei höherer Vergrösserung als eine Oese herausstellte, die der Faden um ein in der Lösung befindliches Partikelchen aus Calciumphosphat geschlagen hatte (Fig. 6). Die Erscheinung lässt auf eine Reizbarkeit schliessen — ob gegen Contact oder eine chemische —, die eben in den überverlängerten Zellen stärker geworden war. Alle Fäden, auch die normalen, besitzen schon eine, wenn auch geringe Tendenz sich zu krümmen, die an längeren Fadenstücken erkenntlich ist.[2])

Unter denjenigen Formenabänderungen, die mir an den Fäden begegneten, ist auch derjenigen zu gedenken, die zu einer Art Zweigbildung unter gleichzeitiger Kniebildung des Hauptfadens führen. Ich habe in Fig. 5 und 7 zwei solche Fälle abgebildet. Ich denke mir dieselben in der Weise entstanden, dass der Faden im Laufe eines ausgiebigen intercalaren Wachsthumes mit den Enden irgend einem Widerstande begegnet ist, der zur Einknickung geführt hat, und dass die hierdurch entstandene Dehnungsdifferenz der beiden gegenübergelegenen Seiten der Zelle zur Bildung der Ausstülpungen geführt hat. Es würde dann davon abhängen, wo die Biegung stattfindet, ob nur eine Zelle die Ausstülpung zeigt, wie in Fig. 7 der Fall, oder ob, wie in Fig. 5, eine Zwillingsausstülpung entstehen wird.[1])

---

[1]) Die Culturen geschahen in flachen Krystallisirschalen, die nur zum Abhalten von Staub mit aufgelegten Glasplatten bedeckt waren, und die öfters gelüftet wurden. Von einem etwaigen Einflusse von Sauerstoffmangel, welchem Gay und de Wildeman geneigt scheinen, die Sphaerulenbildung zuzuschreiben, konnte gar keine Rede sein.

[2]) Vgl. die Figuren von *Stichococcus dissectus* und *flaccidus* bei Gay (5) pl. X, XI.

Bei lebhaftem Wachsthum der Fäden findet eine Zerspaltung derselben in grössere Fadenstücke normal statt, die in der in Fig. 4 gezeichneten Weise erfolgt. Es ist immerhin möglich und meiner Ansicht nach anzunehmen, dass der Anstoss zu dieser Art der „Vermehrung“ in den soeben besprochenen Vorgängen liegt, und dass Fäden, die keinem Widerstand begegnen, auch ununterbrochen weiterwachsen und ungetheilt verbleiben. Jedenfalls haben in meinen Culturen die Fäden sehr beträchtliche Längen erreicht.

Unter besonderen Culturbedingungen findet aber eine Zerstückelung ganz anderer Art statt. Ich habe dies besonders schön und deutlich in alten kalifreien sowie regelmässig nach kurzer Zeit in den magnesiumfreien Nährlösungen beobachten können. Jede einzelne Zelle löst sich hierbei los und nimmt die Gestalt von Fig. 8 an. Die losgelösten Zellen erlangen gleich im Anfang ellipsoidische Gestalt und werden nie kugelig, obgleich ihre Form bisweilen diejenige eines sehr breiten beinahe gleichachsigen Ellipsoiden sein kann.

In den Kulturen XII und XXIII waren am 10. April 1889 nach dreivierteljährligem Verweilen sämmtliche Fäden derart zerfallen. Die ellipsoidischen Zellen ermangelten völlig der Sphaerulen, besassen zwei zu beiden Enden der Zellen gelegene Vacuolen, wodurch der parietal gelegene Chloroplast fast viereckig erschien. Die isolirten Zellen in dieser Cultur, deren Stoffumsatz offenbar sehr herabgesetzt war, theilten sich sehr spärlich in der Längsrichtung der Ellipsoide, wogegen sie beim Verpflanzen in ausgiebigere Nährmedien sofort unter lebhaften Zweitheilungen zu Fäden der gewöhnlichen Form auswuchsen. Sie stellten offenbar eine Art künstlich zu erzeugenden Hungerzustand vor. In der kalifreien Cultur II, wo nach längerer Zeit ebenfalls Zerfallen der Fäden zustande kam, waren die Zerfallprodukte mit sehr grossen Sphaerulen versehen.[2])

---

1) De Wildeman hat an den Fäden des *Schizogonium radicans* (Ktz.) Gay ähnliche Gebilde gezeichnet (15) pl. I. Fig. 2. 3.

2) Dies Zerfallen der Fäden und die Produktion der Sphaerulen sind somit zwei von einander ganz unabhängige Vorgänge, die ebensowenig mit einer even-

Andere Veränderungen der Zellen wurden nie beobachtet, weder eine Bildung von Hypnokysten, wie sie Fr. Gay bei *Stichococcus dissectus* auffand, noch irgend eine Tendenz zur Schwärmerbildung. Dass Hypnokysten auch bei unserer Species sich bilden können, halte ich indessen für sehr wahrscheinlich und kommt ihre Nichtentstehung in meinen Culturen wohl wahrscheinlich daher, dass keine Austrocknungsversuche angestellt wurden. Was die Erzeugung von Schwärmern betrifft, so lege ich dagegen auf meine Beobachtungen ein grösseres Gewicht, weil die Alge in vielen Fällen Bedingungen ausgesetzt wurde, die andere in derselben Cultur befindliche Algen zu einer sehr lebhaften Schwärmerbildung veranlassten.

Ich habe die oben geschilderte Alge anfangs provisorisch als *Ulothrix flaccida* Ktz. bestimmt, ein Name, der in den Handbüchern offenbar als Collectivbezeichnung derjenigen confervenähnlichen Fadenalgen gebraucht wird, die sich durch einen scharf begrenzten, die ganze Zellenlänge nicht einnehmenden Chloroplast auszeichnen und bei denen dieser Chloroplast ungefähr die Hälfte des Umfanges der Zellwandung bekleidet und daher bei Profilstellung die andere Hälfte des Zelllumens ungefärbt erscheinen lässt. Die zu dem Formenkreis des genannten Speciesnamens gehörigen Arten sind bekanntlich während der letzteren Jahre der Gegenstand einer sehr lebhaften Discussion gewesen, welche zu dem Ergebniss geführt hat, dass einige dieser Arten von dem *Ulothrix* zu trennen und wegen ihres Mangels an Zoosporenbildung den Protococcoiden zuzuzählen sind.[1]

Fr. Gay, der ungefähr zu gleicher Zeit, als meine Culturen im Gang waren, die an der Luft wachsenden Arten der alten Gattung *Ulothrix* Ktz. einer genaueren Prüfung unterzog, war dabei im Stande, die Species *parietina* (incl. *crassiuscula*), *radicans* und *crenulata* als zu der Gattung *Schizogonium* gehörig abzutrennen.[2] Durch die Untersuchung der Kützing'schen Originalexemplare gelang es ihm ferner zu constatiren, dass *varia* ein *Schizogonium* ebenfalls darstellt und dass die beiden übrigen an der Luft vorkommenden *Ulothrix*-Species *nitens* und *flaccida* alle zu einer Formengruppe[3] zu gehören scheinen, die er

---

tuellen Hypnokystenbildung im Zusammenhange stehen. Die bei den Hypnokysten auftretenden „Oeltropfen" stellen wahrscheinlich echte Fettstoffe dar und ihr Auftreten ist ja fast immer mit einer Farbenänderung des Zellinhaltes verbunden.

1) Gay (5).

2) Gay (4), (5) p. 58.

3) Gay (5); vgl. de Wildeman (18), wo flaccidus, nitens und varia in eine *Ulothrix*-Species vereinigt werden.

mit der Nägeli'schen Gattung *Stichococcus* vereinigte. Die Gründe hierfür sind vornehmlich zwei: einerseits das Fehlen jeglicher Zoosporenbildung, andererseits das Zerfallen der Fäden in einzelne Zellengebilde, die mit dem Nägeli'schen *Stichococcus bacillaris* eine grosse Uebereinstimmung zeigen. Da ich, wie unten berichtet wird, ebenfalls das Zerfallen der wasserbewohnenden Fadenform von *Stichococcus bacillaris* in die typischen Nägeli'schen Stäbchen mit aller Sicherheit beobachten konnte, die beiden Wasserformen eben eine sehr grosse Uebereinstimmung aufweisen, so kann ich diesem Theil der Beweisführung nur beistimmen und führe desswegen die vorhin besprochene Alge zu dem Genus *Stichococcus*.

Dass der *Stichococcus flaccidus* (Kütz.) Gay eine Collectivart verschiedener wohl getrennter Species darstellt, dürfte keinem Zweifel unterliegen. Gay hat auch eine, wie es scheint, wohlcharakterisirte Art unter dem Namen *St. dissectus* abgeschieden, die von unserer Pflanze durch breitere Fäden, 7—8 μ, sich unterscheidet, während die von ihm zu der Species *St. flaccidus* geführten Formen zwischen 6 und 14 μ schwanken.

Wie aus den obigen mitgetheilten Daten hervorgeht, hat aber unsere Fadenform während der sehr wechselnden Culturbedingungen nie irgend eine Veränderung in Bezug auf die Breite der Zellen erlitten, sie dürften daher als constant und wohl fixirt betrachtet werden. Unter den von Kützing beschriebenen *Ulothrix*-Arten gibt es nun eine, die *U. subtilis*,¹) die möglicherweise die von mir studirte einschliesst, und ich habe mir deswegen erlaubt, diesen Speciesnamen aufzunehmen und, zumal als die Namenscombination *Stichococcus subtilis* zu keinerlei Confusion leiten kann, der Art diesen Namen zu geben. Für *Ulothrix subtilis* wird allerdings von Kützing angegeben, dass die Zellen nur wenig länger als breit sein sollen, da aber gleichzeitig als Fundort Mühlengerinne angegeben wird, eine Localität, wo lebhaftes Vegetiren vorauszusetzen ist, so hat Kützing wahrscheinlich die meisten Zellen in lebhafter Theilung begriffen gefunden. Die von Kirchner (7) p. 77 unter *Ulothrix subtilis c) variabilis* (Kütz.) Kirchn. aufgeführte Alge ist ebenfalls wahrscheinlich mit unserer identisch.²)

Stichococcus bacillaris Näg. Diese Art, die sich ebenfalls während der ganzen Culturzeit als constant erwies, bildete in den

---

1) Kützing (10), p. 197, (11) p. 345.

2) Die von de Wildeman (16) untersuchte Form, deren Zerfallen und Sphaerulenbildung angegeben werden, und wovon er sagt, dass dieselbe „parait se rapprocher de l'Ulothrix subtilis", gehört vielleicht in die Formenreihe der von mir untersuchten Art.

Nährlösungsculturen unverzweigte Fäden von 2,5—3 μ Durchmesser und eiförmigen Querschnitt. Die Zellen sind hier an den Scheidewänden ein wenig eingeschnürt, wodurch sich die Art, abgesehen von der sehr ungleichen Grösse, von dem *St. subtilis* prägnant unterscheidet. Oefters scheinen die Zellen auf der Mitte etwas schmäler als gegen die gelinde angeschwollenen Enden, was das charakteristische Aussehen noch mehr erhöht. Die Theilungen erfolgen hier ebenfalls intercalar, die Länge der soeben entstandenen Zellen beträgt 4 μ, die maximale Länge der Zellen eines lebhaft sich theilenden Fadens folglich 8 μ und L/D = 2,7—3,2.

Der Bau des Protoplasten ähnelt in der Hauptsache demjenigen von *Stich. subtilis*. In Bezug auf den Chloroplasten machen sich aber insofern Unterschiede bemerkbar, als die Farbe viel blasser und das Pyrenoid viel undeutlicher ist. Die Enden der Zellen sind hier constant von den Chloroplasten unbedeckt gelassen und werden wie bei *Stich. subtilis* von je einer Vacuole eingenommen, worin ausnahmslos einige winzige Sphaerulen oder eine grosse sich befindet. Stärke wird nicht producirt.

Unter denselben Bedingungen, die bei *Stich. subtilis* eine vergrösserte Anhäufung der Sphaerulen hervorriefen, wird ihre Masse bei *Stich. bacillaris* ebenfalls sehr vermehrt. Sie treten in der Form zweier zu beiden Enden der Zellen gelegenen grossen Tropfen auf, was den Fäden ein auffallendes Aussehen verleiht.¹)

Die Fäden sind sehr spröde und ihre Zellen offenbar in viel lockererem Verbande als diejenigen von *Stich. subtilis* verbunden, was vielleicht mit den erwähnten Einschnürungen im Zusammenhange steht. Bei ungestörten Culturen in geeigneten Nährmedien findet dennoch kein Zerfallen der Fäden ebensowenig wie bei *Stich. subtilis* statt. Dagegen reagiren sie sehr stark auf Veränderungen in den Nährmedien²), wodurch viel leichter als bei *Stich. subtilis* das Isoliren der einzelnen Zellen zu Stande kommt. Wie dieser Vorgang sich abspielt, möchte an einem Beispiele erläutert werden.

Am 20. März 1889 wurde aus einer schwefelfreien Cultur Nr. XV, wo die Alge in der Fadenform unter mässiger Sphaerulenbildung noch lebhaft vegetirte, einige Fäden herausgeholt und mit einigen *Stigeoclonium*-Zweigen zusammen in einen Culturapparat mit fliessendem

---

1) Vgl. Nägeli (12), Taf. IV, Fig. 9, 1.

2) Famintzin hat bekanntlich (3) unter Verwendung stark concentrirter Nährlösungen ein Zerfallen verschiedener Chlorophyceen beobachtet. Die von ihm erhaltenen Zellen scheinen indessen Ruhezustände darzustellen.

Wasser der von mir früher[1]) beschriebenen Construction gebracht. Die Fäden besassen das Aussehen von Fig. 9 und 10. In Fig. 9 bemerkt man zwei intercalare Theilungen, die Zellen des Fadenstücks Fig. 10 waren sämmtlich ungetheilt. Die Cultur wurde Mittags eingeleitet und der Wasserstrom in Gang gesetzt, Abends 8 Uhr wurden die Fäden abgezeichnet. Am folgenden Tage erfolgte früh morgens in den *Stigeoclonium*-Zellen lebhafte Schwärmerbildung und gleichzeitig wurde ein Zerfallen der *Stichococcus*-Fäden bemerkbar. Die isolirten Fäden, die von dem Wasserstrome etwas mitgeschleppt wurden, blieben indessen sehr bald sowohl an dem Objectträger wie an dem Deckgläschen haften (Fig. 10 und 12). Dies beweist, dass sie klebrig sein müssen, denn andere Gegenstände derselben Grösse wurden stets von dem sehr kräftigen Wasserstrome weggeschwemmt. Von Interesse ist nun ferner, dass von den getheilten Zellen (Fig. 9) diejenigen, wo die Theilungsprodukte schon angefangen hatten ein wenig auszuwachsen, sich getrennt haben, während die übrigen, die soeben getheilt waren, noch vereint verblieben.

Die in dieser Weise isolirten Zellen fangen sofort an sich weiter zu theilen. Schon um 8 Uhr p. m. desselben Tages war in zwei Zellen des Fades von Fig. 11, die um 1 Uhr 30 p. m. noch keine Anzeichen der Theilung anfwiesen, vollständige Querwandbildung, in einer Zelle die Anfänge der Theilung mit Einschnürung des Chloroplasten eingetreten. Die so gebildeten, typischen *Stichococcus*-Gebilde fahren nun fort, sich durch Zweitheilung zu vermehren, wobei unter wechselnden oder andauernd ungünstigen Culturbedingungen die gebildeten Zellen sich fortwährend von einander abtrennen. In den Fliessculturen, wo Wechselungen in den äusseren Umständen häufig eintreten, blieben oft einige kurze Zellreihen gebildet, die aber regelmässig nach kurzer Zeit wieder zerfallen. In den magnesiumfreien Culturen findet man, ganz wie bei *Stich. subtilis* der Fall, nach einiger Zeit stets nur solche isolirte Zellen. Dieselben bleiben, solange lebhafte Zelltheilung noch eintritt, stets stäbchenförmig und sind nur durch die abgerundeten Enden sowie durch den meistens etwas beträchtlicheren Durchmesser, 3,4 μ, von den zu Fäden verbundenen verschieden. Wenn aber die Zellenvermehrung sistiert wird, treten Formen auf, die etwas ellipsoidisch werden, sie bleiben bei dieser Art doch stets länglicher geformt wie bei *St. subtilis*.

Auf Verpflanzen in geeignete Nährlösungen erfolgt sogleich eine Entwickelung der gewöhnlichen Fadenform.

---

[1]) af Klercker (9).

Die Zellen des *Stich. bacillaris* sind, wie oben angegeben, sicher klebrig, doch ist eine Gallerthülle derselben bei den Wasserformen nicht nachzuweisen. Es möchte aber bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen werden, dass man bei mässiger Vergrösserung durchaus den Anschein bekommt, als wäre jede einzelne Zelle mit einer distinkten Gallerthülle versehen, die sich auch zwischen den Zellen auszubreiten scheint. Dies Verhalten beruht indessen lediglich auf einer optischen Täuschung, denn nach Tinktion der Zellwände mit geeigneten Farbstoffen, z. B. Methylenblau, und Eintragen in Tuschelösung erkennt man mit voller Sicherheit, dass die Membranen der verschiedenen Zellen direkt zusammenstossen, sowie dass eine Gallerthülle um den Faden nicht existirt. Inwiefern aber bei der Luftform eine Gallerthülle ausgebildet werden kann, was ja für die Beurtheilung der Autonomie der Gattung *Dactylothece* Lagerh. von Bedeutung wäre, ist natürlich aus meinen Wasserculturen nicht zu ersehen.

Die Arten der Gattung *Stichococcus*, von denen zwei Wasserformen oben geschildert sind, haben in der Litteratur bis in die allerletzte Zeit eine grosse Confusion hervorgerufen, die hauptsächlich dadurch zu Stande gekommen scheint, einerseits weil ihre Fadenformen mit den Zellenfäden gewisser unzweifelhafter *Ulothrix*-Species eine gewisse Aehnlichkeit aufweisen, andererseits weil man behauptet hat,[1]) der Durchmesser der Zellen sei bei diesen Algen kein constantes Merkmal, wodurch die Fäden der zarteren Arten vielfach als Jugendzustände der stärkeren angesehen worden sind. Im Laufe meiner Culturen habe ich für eine derartige Annahme durchaus keine Stütze gefunden, bin im Gegenteil zu der festen Ueberzeugung gelangt, dass wir es innerhalb dieser Gattung mit wohlgetrennten Species zu thun haben, die in Bezug auf den Durchmesser nur ganz kleine Variationen aufweisen. Die in der Litteratur beschriebenen Formen, die sich durch beträchtlichere Grössenunterschiede trennen, sind daher als getrennte Species aufzuführen. Bei jeder Art haben wir aber die Fadenform, *forma filata (Ulothrix)*, und die *Stichococcus*-Form, die ich *forma coccoidea*[2]) nennen will, auseinander zu halten, zumal da beide Modificationen ungleiche Synonymik besitzen.

Unter den Species sind nun aber unzweifelhaft zwei Gruppen zu unterscheiden. Die eine, die aus gröberen Arten besteht, scheint in

---

1) Hansgirg (6).

2) Vgl. Sauvageau (13).

der Natur öfters in der Fadenform aufzutreten und die hieher gehörigen Species sind daher früher in die Gattungen *Hormidium, Ulothrix (Hormiscia)* untergebracht worden; dieselben Arten sind öfters, mit einigen nicht hieher gehörigen Ulothrices zusammen, in die collectiv gefasste Species *Ulothrix flaccida* Auct. oder *Stichococcus flaccidus* vereinigt. Die andere Speciesgruppe umfasst zartere Arten, die in der Natur öfters in der Coccenform vorkommen und die infolgedessen zur Aufstellung der Gattung *Stichococcus* Nägeli geführt haben. Sie sind collectiv als *Stichococcus bacillaris* Nägeli zusammengefasst worden.[1]

Zu der Gruppe des *Stich. bacillaris* sind von Nägeli[2] drei Arten, *minor, bacillaris* und *major*, beschrieben worden, eine vierte Species ist von Gay als *St. bacillaris f. 3* aufgeführt. Zu der Gruppe des *Stich. flaccidus* sind von Gay *fragilis, dissectus, flaccidus* und *fluitans* charakterisirt, hieher ist auch die oben geschilderte *Stich. subtilis* zu führen.

Von der Gattung sind vorläufig im ganzen neun Species bekannt, die ich unten zusammenstelle mit der Bemerkung, dass ein durchgeführtes Speciesstudium der Gattung ohne Zweifel zur Unterscheidung mehrerer neuer, wohl charakterisirter Arten führen werde.

Stichococcus (Näg.) Gay.

Gay (5) p. 77 (1891); Nägeli (12) p. 76 (1849).

Ausgewachsene Zellen länglich, Theilung nur in einer Richtung, durch Querwände; die Theilungsprodukte bleiben während des Auswachsens immer vereinigt; die ausgewachsenen Zellen bleiben entweder zu cylindrischen, etwas gebogenen Fäden vereinigt (Forma filata, in geeigneten Nährmedien), oder sie trennen sich von einander (Forma coccoidea, an der Luft und in ungeeigneten Nährmedien). Die Zellen der Fadenform cylindrisch, mit eiförmigem Querschnitt, an den Fadenenden abgerundet, die der Coccenform anfangs stäbchenförmig, dann ellipsoidisch. Membran zart, ohne Vergallertung. Protoplast mit einem gew. centralen Zellkern, parietalem, kreisrundem oder elliptischem Chloroplast, dessen Breite nicht über die Hälfte des Zellumfanges beträgt; ein einziges rundliches Pyrenoid in der Mitte des Chloroplasten, und gew. zwei polar gelegene Vacuolen. In den wohlernährten Zellen Sphaerulen in den Vacuolen.

Normale Vermehrung der Fadenform nicht bekannt, accidentell durch Abtrennen von anfangs gew. knieförmig zusammenhängenden Fadenstücken. Hypnokystenbildung durch Membranverdickung (St. dissectus). Schwärmer 0.

Hieher gehören Formen aus den Gattungen: *Stichococcus* Näg.,

---

[1] Wahrscheinlich sind einige Arten der Kützing'schen Gattung *Gloeotila* hieher zu zählen.

[2] Nägeli (12) p. 77; tab. IV, Fig. G, 1 (St. bacillaris), Fig. G, 2 (St. major).

Ulothrix (incl. *Hormidium*) Ktz., *Hormiscia* (Fr.) Hansg., *Arthrogonium* A. Br., ? *Gloeotila* Ktz.

Sp. coll. Stichococcus bacillaris Auct.
f. fil. Fäden an den Scheidewänden schwach eingeschnürt.
f. cocc. Zellen stäbchenförmig, klebrig.

1. *Stich. minor* Nägeli (12) p. 76.
(Stich. minor Rabh.: Algen Nr. 1545 et 2469 (n. Gay), Stich. bacillaris f. 1, Gay (5) p. 78).
f. fil. ?
f. cocc. D = 1,1—2,3 μ; L/D = 2—5 (Näg.).
D = 1—2 μ; L/D = 2—5 (Kirchn. (7) p. 114).
D = 1,5—2 μ (Gay).

2. *Stich. bacillaris* Nägeli (12) p. 77.
f. fil. Zarte Fäden, an den Querwänden wenig, aber deutlich eingeschnürt. Zellen mit sehr zarter Membran, blassgelbgrünem Chloroplast, von kreisrunder oder öfters elliptischer Form, in der Mitte ein sehr blasses Pyrenoid führend. Sphaerulen gew. nur in beiden Enden der Zellen.
D = 2,5—3 μ; nach der Theilung L/D = 1,3—1,6
ausgewachsen L/D = 2,7—3,2
überverlängert bis L/D = 4,5
(? Ulothrix flaccida b, minor Hansg. (6) p. 84 Taf. IV Fig. 4.)
? D = 2,5—3 μ (Hansg.)
f. cocc. Gleich nach dem Zerfallen kurze Stäbchen.
D = 2,5—3 μ; L/D = 1,3—3
nach längerer Zeit bisweilen elliptische Zellen.
D = 3,4 μ; L/D = 2,1.
(Protococcus bacillaris Näg. in litt. [Kütz. Sp. Alg. p. 198], Stichococcus bacillaris Näg. (12), St. bacillaris a, typicus Kirchn. [7] p. 114.)
D = 2,5—2,8 μ; L/D = 1,6—3. (Näg.)

3. *Stich. major* Nägeli (12) p. 77.
f. fil. (? Ulothrix flaccida b, minor Hansg. (6) p. 84, Taf. IV, Fig. 3
D = 4—4,5 μ.)
f. cocc. (St. major Näg., Stich. bacillaris f. 2 Gay (5) p. 78.)
D = 3,2—4,5 μ; L/D = 1,6—2,5 (Näg.)
D = 3—4,5 μ Gay.
Exsicc. Rab. 2290 — Grunow in herb. Thuret. — W. & N. 245, 450 — de T. & L. 38 (n. Gay).

4. *Stich. sp.*
f. fil. ?
f. cocc. (Stich. bacillaris f. 3 Gay 1 p. 78.)
D = 3,5—5 μ (Gay).
Exsicc. Erb. crittog. ital. ser. II, 718 (n. Gay).

Sp. coll. Stichococcus flaccidus (Auct.)
(Hormidium varium, Ulothrix flaccida Kütz., U. nitens Kütz., U.

fragilis Kütz., U. varia Kütz., Hormidium flaccidum Braun [vgl. Gay (5) p. 79], Arthrogonium fragile, A. Br., Stich. dissectus Gay., Stich. fluitans Gay.)

f. fil. Fäden weniger deutlich eingeschnürt. 6—14 μ dick.
f. cocc. Zellen stäbchenförmig oder zuletzt ellipsoidisch bis beinahe sphärisch.

5. *Stich. fragilis* (A. Br.) Gay.
Arthrogonium fragile A. Br. in Rab. Alg. 2470 (1875).
f. fil. ?
f. cocc. D = 5 μ (Gay); L/D = 2—5 Gay. pl. XI Fig. 108.

6. *Stich. subtilis*
f. fil. Fäden gleichdick. Zellen mit sehr zarter Membran, Chloroplasten grasgrün, kreisrund mit deutlichem Pyrenoid. Sphaerulen zuletzt den ganzen Zellsaft erfüllend.
D = 5,6 μ; nach der Theilung L/D = 1,6
ausgewachsen L/D = 3,3
überverlängert L/D = 4.
? Ulothrix subtilis Ktz. z. Th., Ulothrix subtilis c, variabilis (Kütz.) Kirchn. (7) p. 77.
D = 5—5,6 μ (Kütz. [11] p. 345)
D = 5,5—7 μ (Kirchn. [7] p. 77)
f. cocc. Die Zellen nehmen gleich nach dem Zerfallen der Fäden ellipsoidische Gestalt an; zuletzt beinahe sphärisch.
D = 7—9,1 μ; L/D = 1,1—1,2.

7. *Stich. fluitans* Gay. 1)
f. fil. Fäden schwach gebogen. 1)
D = 7—8 μ; nach der Theilung L/D = 2,3
ausgewachsen L/D = 2 ?
überverlängert L/D = 3 ?
Gay (20) p. CLXXIV Fig. 1.
f. cocc. ?

---

1) Die Kniebildung der Fadenform, die Gay beschrieben hat und welche mit der oben für Stich. subtilis geschilderten völlig übereinzustimmen scheint, kann eben aus diesem Grunde als specifischer Charakter nicht benutzt werden. Die Art weicht durch dickere Fäden von der letztgenannten ab, ist aber jedenfalls mit derselben sehr eng verwandt. Auffallend ist übrigens, dass Gay von dem Vorhandensein der Sphaerulen nichts angibt.

Diejenige Form die Lagerheim unter dem Namen Stich. mirabilis in Wittr. et Nordst. Alg. exsicc. 1893 vertheilt hat, ist möglicherweise eine abnorme Coccenform einer Stichococcusart, kann aber ebensogut etwas anders sein. Zur Entscheidung dieser Frage wären jedenfalls Culturversuche von nöthen.

Dies gilt ebenfalls von denjenigen Stichococcusformen, die von Lagerheim (Bidrag till känned. om Stockholmstr. Pediastr. etc. p. 77) und von de Toni und Levi (14) auf verschiedenen Polyporeen aufgefunden wurden. Die von de Toni beschriebene Form, die sich durch sehr variirenden Durchmesser, 1,5—6 μ, auszeichnet, besteht wahrscheinlich aus einer Mischung der Coccenformen verschiedener

8. *Stich. dissectus* Gay (5) p. 78 pl. X, Fig. 96, 97; pl. XI, Fig. 89—100.
f. fil. Fäden stark gebogen.
D = 8—9 μ; nach der Theilung L/D = 1
ausgewachsen L/D = 1,5 ? Gay (5) pl. X Fig. 96.
f. cocc. D = 7—8 μ; L/D = 1—3 Gay (5) pl. X Fig. 97, XI, 98.
Hypokysten aus isolirten Zellen oder kurzen Zellfäden gebildet mit dicker, deutlich geschichteter Membran. Gay (5) pl. XI Fig. 99—100.

9. *Stich. flaccidus* (Kütz.)
f. fil. (Ulothrix [Hormidium] flaccida Kütz. [11] p. 349, ? Ulothrix flaccidus genuinus Hansg.)
D = 6,4—7,5 μ; L/D = 1—2 (Kütz).
D = 6,5—10 μ; L/D = 1—2 (Kirchn.)
D = 6—14 μ; nach der Theilung L/D = 0,5 (Gay [5] pl. XI Fig. 101, 102)
D = 6—8 μ (Hansg.); ausgewachsen L/D = 1—2.
f. cocc. Zellen cylindrisch oder sphärisch.
(? Stich. bacillaris e. maximus Hansg. (6), Taf. IV, Fig. 9.)
D = 8 μ; (Hansg.)[1])

In dem zweiten Theil seiner Studi Algologici bringt Borzì über *Stichococcus* liefernden Organismus Angaben, die mit meinen Daten ebensowenig wie mit den Resultaten Gay's vereinbar sind. Die von ihm beschriebene *Gloeotila mucosa* ist allem Anscheine nach die Wasserform von *Stichococcus major* Näg., nur ist es auffallend, dass Borzì nirgends dem Vorhandensein der Sphaerulen Erwähnung thut und kein Pyrenoid hat finden können. Diese *Gloeotila* zeigt aber ganz wunderliche Erscheinungen, die ebenso wie die gefundenen Schwärmsporen bei *Ulothrix flaccida* nicht „sans les plus expresses reserves“ [2]) aufzunehmen sind. Erstens werden Schwärmsporen gebildet, was nach meinen Erfahrungen wenig wahrscheinlich vorkommt. Verf. fügt allerdings hinzu „il fenomeno mi è parso relativamento raro“. Die Entstehung der f. coccoidea wird richtig beschrieben, aber die Coccen

---

Stichococcusspecies, obgleich übrigens die Möglichkeit mit in Betracht zu ziehen ist, dass das Vorkommen auf einem anderen lebenden Organismus, in diesem Falle der Pilz, Wuchsformen hervorbringen kann, die auch in Bezug auf den sonst so constanten Durchmesser variiren.

[1] Die von de Wildeman (17) beobachtete Form, die er mit *U. crenulata* Ktz. identificirt, und die ebenfalls Zerfallen in stichococcusartige Gebilde zeigte, dürfte ein Repräsentant einer robusteren, hieher gehörigen Formengruppe sein. Eine Sphaerulenbildung beobachtete de Wildeman bei dieser dicken (D = 12—17 μ; L/D = 1) Form nicht.

[2] Gay (5) p. 64.

wachsen zu Riesenzellen mit mehreren Zellkernen aus, die weiter zu sich einer verzweigten viel dickeren Alge entwickeln.

Ich will mich bei dieser Gelegenheit nicht weiter auf diese Angaben einlassen, bin aber überzeugt, dass Borzì in seinen Culturen mehrere Organismen verwechselt hat, dies umsomehr, als ihm in Bezug auf die *Protoderma* ähnliche Malheure passirt zu sein scheinen. Wenn es sich um so zarte Formen wie *Stich. bacillaris* und Verwandte handelt, ist es eben keine leichte Sache, Conferven-, Ulothrices- und Stichococcus-Fäden auseinander zu halten, ich glaube aber, dass jederman, der sich mit dem Cultiviren kleiner Algen befasst hat, mir beistimmen wird, dass die Vorsichtsmaassregeln, die Borzì zur Erzielung von Reinculturen anwandte, nicht ausreichend sind, um seine positiven Polymorphismusresultate ohne weitere Bestätigung gegen die bisher erhaltenen negativen Befunde als endgiltig zu betrachten.

Djursholm bei Stockholm, April 1895.

Verzeichniss des benutzten Litteratur.

1. A. Borzì: Stadii anamorfici di alcune alghe verdi. Nota prev. — Nuov. Giorn. Bot. Ital. XXII, 3, 1890.
2. „ Studi algologici. Fasc. 2. Messina 1895.
3. A. Famintzin: Die anorganischen Salze etc. — Bull. Acad. Imp. des Sciences de St.-Pétersbourg, t. 17, 1872, p. 31—70.
4. Fr. Gay: Sur la formation des kystes chez les *Chlorosporées*. — Bull. Soc. Bot. de France, t. XXXIII, session de Millau, p. 51, 1886.
5. „ Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes. Paris 1891.
6. Ant. Hansgirg: Physiologische und algologische Studien. Prag 1887.
7. O. Kirchner: Algen — Cohn's Kryptogamenflora von Schlesien, II. 1, Breslau 1878.
8. John af Klercker: Studien über die Gerbstoffvakuolen — Bih. till. k. Svenska Vet.-Akad. Handl., Bd. 13, Afd. 3, No. 8., 1888.
9. „ Ueber das Cultiviren lebender Organismen unter dem Mikroskop. — Zeitschr. für wiss. Mikroskopie. Bd. VI, 1889, p. 145—149.
10. Fr. Trg. Kützing: Phycologia germanica. Nordhausen 1845.
11. „ Species algarum. Lipsiae 1849.
12. Carl Nägeli: Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849.
13. C. Sauvageau: Sur l'état coccoide d'un Nostoc. — C.-R. CXV., 6, pp. 322—324.
14. Gio-Batta de Toni e David Levi: Intorno ad una Palmellacea nuova per la flora veneta. — Venezia 1886.
15. É. de Wildeman: Note sur deux espèces terrestres du genre Ulothrix. — Bull. Soc. Roy. de botanique de Belgique, t. XXV, 1886. Ir partie Mémoires, p. 7. pl. 1.

16. É. de Wildeman: Sur la formation des kystes chez les Ulothrix. — ibid. — t. XXVI, 1887. 2e partie, Comptes-rendues des séances, p. 49.
17. „ Note sur l'Ulothrix crenulata Kütz. — ibid. — t. XXVI, 1887, 2e partie, C.-rend. p. 111—115.
18. S. „ Sur l'Ulothrix flaccida Kütz. et le Stichococcus bacillaris Näg. — ibid. — t. XXVII, 1888, 2e partie.
19. „ Observations algologiques. — ibid. — t. XXIX, 1890, 1e partie, p. 93—131, avec pl. I et II.
20. Fr. Gay: Sur quelques algues de la flore de Montpellier. — Bull. Soc. bot. de France t. XL, mai 1893. p. 173.

Figurenerklärung.

(*n* Kern; *p* Pyreonid; *Sph.* Sphaerulen; *v* Vacuole).

Fig. 1—8 Stichococcus subtilis.

Fig. 1. f. filata, aus Kultur XVIII, Normal ohne Eisen, 18. März 1889 (680:1).
„ 2. Eine Zelle, stärker vergrössert (1180:1).
„ 3. Faden mit überverlängerten Zellen und zahlreichen Sphaerulen, aus Kultur I, Normal, 9. Dezember 1887 (680:1).
„ 4. Sich trennende Fadenstücke, aus XVIII, 18. März 1889 (680:1).
„ 5. Knieförmig gebogener Faden mit Zwillingsausstülpungen, aus XVIII, 18. März 1889 (680:1).
„ 6. Ende eines Fadens, der sich um ein Stück Calciumphosphat gekrümmt hat, aus Kultur XV, 19.—20. März 1889 in 20 pl. Rohrzucker, 20.—22. März in Normal gewachsen (680:1).
„ 7. Knieförmig gebogener Faden, der eine Ausstülpung treibt, aus XVIII, 18. März 1889 (1180:1).
„ 8. f. coccoidea, aus Kultur XXIII, magnesiumfrei, 10. April 1889 (680:1).

Fig. 9—13 Stichococcus bacillaris Näg.

Fig. 9. f. filata, aus Kultur XV, am 20. März 1888 in Fliesskultur gebracht, gez. 8^h p. m. (680:1).
„ 10. Derselbe Faden, am 21. März 1889, 12^h m., zerfallen und in die f. coccoidea übergegangen. Der Pfeil deutet die Richtung des Wasserstromes an (680:1).
„ 11. Ein anderes Fadenstück in derselben Fliesskultur, am 20. März 1889, 8^h 30 p. m. (680:1).
„ 12. Dasselbe am 21. März, 1^h 30 p. m. (1180:1).
„ 13. Dasselbe am 21. März 1889, 8^h p. m., *a* und *b* haben sich getheilt, *d* in Theilung begriffen, *c* unverändert (1180:1).
„ 14. *a*, *b*, *c*, *d* Successive Theilungsstadien des angebreitet gedachten Chloroplasten von St. bacillaris (1180:1).

Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus ranarum.

Von

M. Raciborski.

(Mit 11 Figuren.)

In letzter Zeit habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Beziehungen näher kennen zu lernen, welche zwischen den äusseren Lebensbedingungen und der Gestaltung der Pilze bestehen. Zu diesen Versuchen wurden verschiedene Arten aus verschiedenen Pilzgruppen benutzt, doch gebe ich hier zunächst nur die mit Basidiobolus ranarum erhaltenen Resultate wieder.

Ueber Basidiobolus besitzen wir eine vortreffliche Schilderung seines Entdeckers Dr. E. Eidam (Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen IV pag. 181), wo der Bau und die Entwickelungsgeschichte unseres Pilzes ausführlich beschrieben sind; desswegen brauche ich auf diese hier nicht näher einzugehen. Dagegen muss ich die systematische Einreihung des Pilzes, welchen Eidam und später Thaxter, Tavel und Schröter zu den Entomophtoreen gerechnet haben, als eine unrichtige bezeichnen.

In der grossen Gruppe der sog. „niederen“ Pilze, Phycomyceten, unterscheide ich zunächst zwei, so weit bis jetzt bekannt, scharf getrennte Reihen. Eine von diesen, die Siphomyceten, ist ähnlich den Siphoneen und verwandten Algen gebaut, ihr Körper besteht in dem vegetativen Stadium aus vielkernigen Schläuchen. Hierher gehören die Mucorineen, Peronosporeen, Entomophtoreen und Verwandte. Von den Entomophtoreen habe ich die Arten der Gattung Empusa, Lamia, Entomophtora und Tarichium [1]) untersucht und die einzige Aehnlichkeit derselben mit Basidiobolus besteht in dem Abschleudern der Conidien, sonst sind diese Organismen im Baue des vegetativen Körpers, in dem Baue des Zellkernes, wie endlich in der Bildung der Zygoten total verschieden. Basidiobolus gehört in die andere Gruppe der Phycomyceten, in die Gruppe der Archimyceten, deren vegetativer Körper aus normalen, einkernigen Zellen gebildet wird, ähnlich den Conjugaten unter den Algen. Zu dieser Archimycetenreihe, welche in dem Kernbau viel Gemeinsames haben, gehören

---

1) Unter diesem Gattungsnamen fasse ich diejenigen Entomophtoreen zusammen, deren Dauersporen von den braunen Hyphen umsponnen werden, z. B. das bei München häufige T. rhizospermum Thaxter (als Entomophtora).

nach meinen bisherigen Untersuchungen die meisten der Chytridiaceen und die bestbekannte Art derselben, Polyphagus Euglenae, zeigt in der Grösse und dem Bau der Kerne und nach der Beschreibung Nowakowski's in der Bildung der Zygoten eine sehr grosse Aehnlichkeit mit Basidiobolus.

Es besteht noch vielfach die alte Gewohnheit, die Zygomyceten als eine den Conjugaten analoge Gruppe zu betrachten. Ein Blick unter dem Mikroskop auf eine Mucor- oder Saprolegniahyphe einerseits, einen Spirogyrafaden anderseits beweist die Unhaltbarkeit dieser Ansicht zur Genüge, ebenso wie er die nahe Beziehung des Basidiobolus und Spirogyra klar macht.

Der Basidiobolus gehört zu den einfachen einzelligen Organismen, die zwar Kolonien bilden können, wo jedoch zwischen den vielen Zellen einer Kolonie keine Arbeitstheilung vorhanden ist. Jede Zelle verhält sich wie die andere, und jede stellt von dem Kolonienverbande isolirt ein vollständiges, einzelliges Individuum dar. Eine durch Theilung der Mutterzelle gebildete Tochterzelle kann je nach den durch die Hand des Experimentators modificirten Lebensbedingungen mit ihrer Schwesterzelle verbunden bleiben, wobei bei wiederholten Theilungen lange, verzweigte Fäden entstehen oder sich vollständig isoliren, von der Membran der Mutterzelle befreien, um als lose, kugelige Palmellazelle weiter zu leben oder ihr Plasma als Conidie wegschleudern oder endlich mit dem Plasma einer anderen Zelle verschmelzen, um eine Zygote zu bilden.

Da der Basidiobolus sehr schnell wächst, äusserst prompt auf die äusseren Einflüsse reagirt, leicht zu bekommen und aus je einer einzelnen Conidie oder einer vegetativen Zelle fortzupflanzen ist, so bietet er ein dankbares Object für physiologische und auch für Demonstrationszwecke.

Die reinen Culturen von Basidiobolus sind äusserst leicht zu machen. Ueber einem conidienbildenden Basidiobolusrasen braucht man nur in der Entfernung von 1—2 mm einen mit Agar oder Gelatine bedeckten Objectträger kurze Zeit zu halten. Je nach der Zahl der sich bildenden Conidien hat man nach ein paar Minuten oder einer halben Stunde mehrere, manchmal Hunderte der abgeschleuderten Conidien an der klebrigen Schicht haften, welche gleich keimen und neue bacterienreine Rasen bilden. Diese Sporen kann man unter mikroskopischer Controlle mit einem feinen Messerchen aus der Gelatine einzeln herausschneiden und damit neue Nährlösung inficiren. Diese Isolirmethode, die für gewöhnliche Zwecke ihrer Bequemlichkeit halber sehr angenehm ist, muss modificirt werden, wenn es sich um Culturen in chemisch genau bestimmten Flüssigkeiten handelt, wo also das Einführen wenn auch sehr kleiner Agar- oder Gelatinestückchen die chemische Zusammensetzung des Nährbodens in unerwünschter Weise ändert. Dann muss man die Conidien auf dem Wasser fangen, indem man die conidienbildenden Basidiobolusrasen in umgekehrter Lage über die mit Wasser gefüllten Uhrgläser hält. Mit einer Platinöse kann man die an der Oberfläche des Wassers schwimmenden Conidien herausnehmen und mit denselben frische Culturgefässe impfen. Für viele Zwecke genügt auch ein einfaches Abimpfen eines Stückchen eines reinen Rasens auf einen neuen Nährboden.

Bei der Leichtigkeit, mit welcher Basidiobolus zu cultiviren ist, ist es nicht nöthig, näher die Culturanstellung zu beschreiben. Soweit nicht anders bemerkt ist, waren meine Versuche im Erlenmeyer'schen Kolben angestellt und zwar entweder im ganz kleinen (von 75 ccm Inhalt), die dann mit etwa 25 ccm Nährlösung beschickt waren, oder in etwas grösseren von 250 ccm Inhalt und etwa 75 ccm Nährlösung. Ebenso gut und rein kann man unseren Pilz in den Petrischalen, ja bei einiger Vorsicht auf dem Objectträger oder in Uhrgläsern ziehen. Die Culturen auf festem Nährboden gedeihen ganz gut auf Pepton-Agar oder Pepton-Gelatine und es ist rathsam, solche immer vorräthig zu haben, um von ihnen, welche leichter die vollständige Reinheit der Cultur zeigen, neue Culturen zu machen. In solchen Culturen auf festem Nährboden treten im Gegensatz zu solchen in einer Flüssigkeit nach längerer Zeit ganz kurze Lufthyphen, die nur aus einer oder zwei Zellen bestehen, hervor, auf welchen nie Zygosporen bilden, eine Erscheinung, die uns an reinen Gelatineculturen der Saprolegnieen begegnet und die ich hier erwähnen möchte. An Gelatine cultivirte Saprolegnieen wachsen sehr schnell und während viele Hyphen unterhalb der Oberfläche in dem festen Substrat weiterwachsen, wachsen andere an der Oberfläche, ein äusserst üppiges Luftmycel bildend. An diesem Luftmycel habe ich nie die Oosporen- oder Sporangienbildung beobachtet, aber auch nicht an den in der 10proc. Gelatine wachsenden Hyphen; die beiden treten jedoch gleich hervor, wenn man kleine herausgeschnittene Stücke solchen Saprolegniarasens in Wasser wirft, wo dann zunächst die Oogonien und etwas später die Sporangien sich bilden. Es wäre festzustellen, was ich jedoch nicht gethan habe, bei welcher Concentration der Gelatine die Zoosporen- und Oosporenbildung aufhört. Basidiobolus macht im

Gegensatz zu den Saprolegnieen in der 2‰-Agar oder 10proc. Gelatine bei geeigneten anderen Bedingungen reichlich Zygosporen und sendet an die Oberfläche die conidienbildenden Hyphen.

Wie bekannt, sind die Excremente und Gedärme der Frösche die einzige Stelle, wo wir den Basidiobolus ranarum in der Natur finden. Ich glaube jedoch, dass er als Saprophyt bei genauerem Suchen an faulenden Pflanzen- und Thiertheilen zu finden wäre. In einem Glase, wo grosse Rasen von Zygnema cultivirt waren, habe ich Basidioboluscondidien ausgesät; bald waren viele absterbende Zygnemafäden von den Pilzzellen umsponnen, welche an den gallertigen Algenmembranen ganz vorzüglich zu wachsen scheinen.

A. Ueber den Einfluss der Concentration der Nährlösung auf das Wachsthum.

Im Gegensatz zu manchen anderen Pilzen ist der Basidiobolus ziemlich empfindlich gegen die Concentration der Nährlösung. Während nach Eschenhagen (Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Concentration etc. Stolp. 1889) Aspergillus niger noch bei 17% NaCl, Penicillium glaucum bei 18% NaCl wächst, Cladosporium, Hormodendron und Dematium nach Schostakowitsch (Flora Bd. 81 1895) noch in 100% Rohrzucker wachsen, sind die Grenzconcentrationen, bei welchen Basidioboluszellen noch wachsen und sich zu theilen vermögen, viel niedriger.

Bei den diesbezüglichen Versuchen diente eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung: 10 g Pepton (Witte), 10 g Glucose, 0,5 g K_2PO_4H, 0,25 g $MgSO_4$, 0,25 g $CaCl_2$, 1000 g H_2O. Aus dieser Nährlösung, in welcher Basidiobolus sehr üppig wächst, wurden durch Zusatz von Natriumchlorat, Natriumnitrat, Glycerin oder Glucose Lösungen von verschiedener Concentration dargestellt und mit Basidioboluscondidien inficirt. Die Maximalconcentration, bei welcher Basidiobolus noch wachsen kann, beträgt für

NaCl — 6%
KNO_3 — 11
$NaNO_3$ — 10
$C_3H_8O_2$ — 20
Glucose — 25

Mit erhöhter Concentration der Nährlösung steigt auch der Turgor der Pilzzellen, und zwar in ähnlicher Weise, wie es Eschenhagen (l. c.) bei dem Aspergillus niger gefunden hat. Während die in normaler (1% Pepton, 1% Glucose) Nährlösung wachsenden

Pilze in 5proc. $NaNO_3$-Lösung plasmolysirt werden, braucht man, um die Plasmolyse der vegetativen, wachsenden Zellen zu Stande zu bringen,

bei 1 % NaCl in der Nährlösung — 8 % $NaNO_3$;
„ 2 „ „ „ „ — 14 „
„ 3 „ „ „ „ — 18 „
„ 4 „ „ „ „ — 20 „
„ 5 „ „ „ „ — 21 „

Die steigende Concentration der Nährlösung wirkt ausserdem auf das Wachsthum des Basidiobolus ein, indem sie denselben zwingt, immer kürzere Zellen zu bilden, die sich je nach der Concentration mehr und mehr der Kugelform nähern, beeinflusst die Anlage neu entstehender Querwände zwischen den einzelnen Zellen, die mit der steigenden Concentration immer häufiger in einer schiefen, ja longitudinalen Richtung sich bilden, statt wie gewöhnlich transversal zur Längsrichtung des Fadens angelegt zu werden, sie wirkt weiter hemmend auf die Bildung der Zygosporen und Conidien, und endlich ruft sie in gewissen Fällen eine bedeutende Wandverdickung hervor.

In der gewöhnlichen Peptonlösung wachsen die Zellen des Basidiobolus sehr bedeutend in die Länge, bleiben cylindrisch, theilen sich durch Querwände, die genau senkrecht zur Längsrichtung der Zelle stehen, bilden durch wiederholte Theilungen lange schmale Fäden, die reichlich verzweigt sind, indem manche Intercalarzellen an dem apicalen Ende seitlich auswachsen.

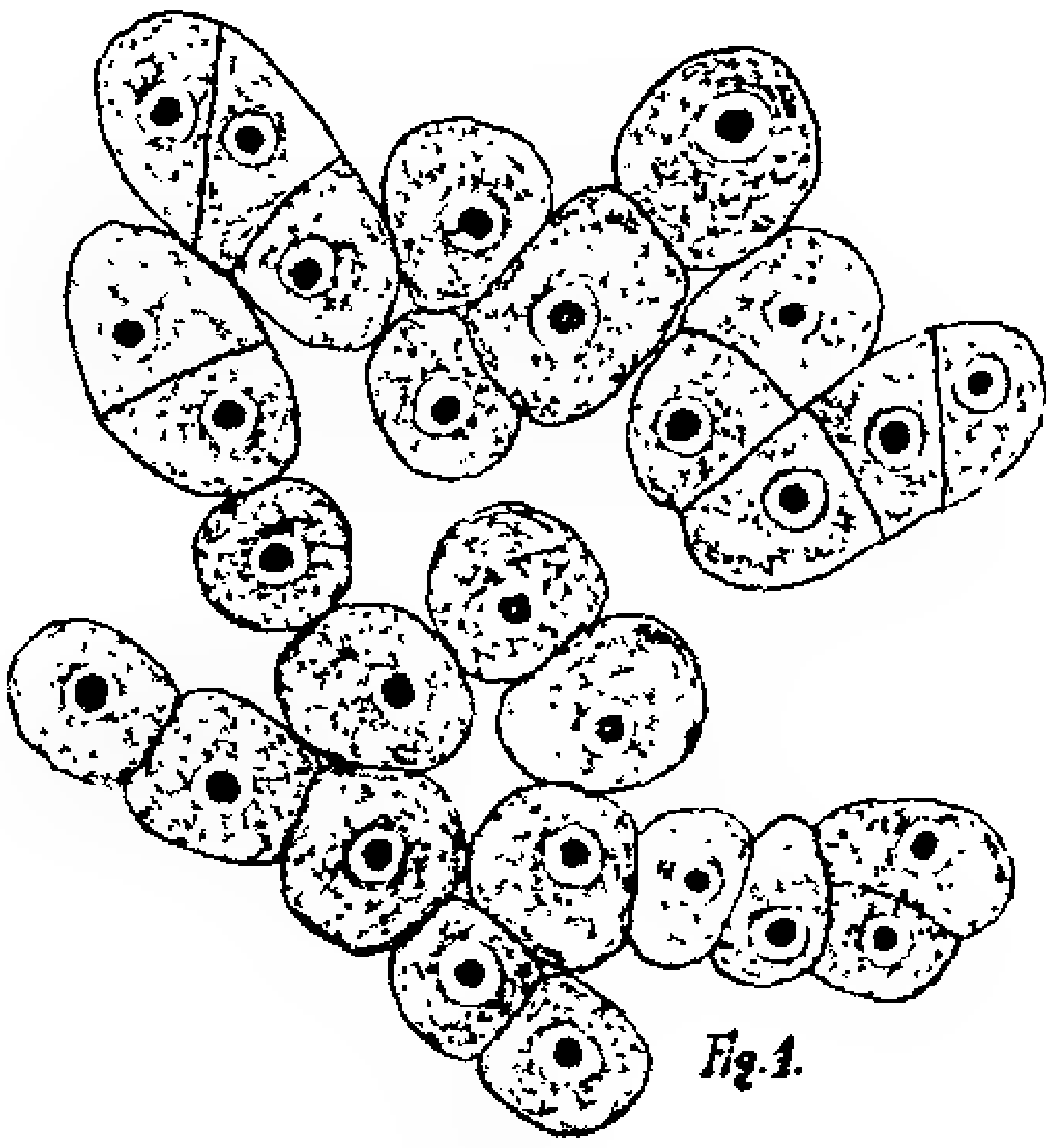


Fig. 1.

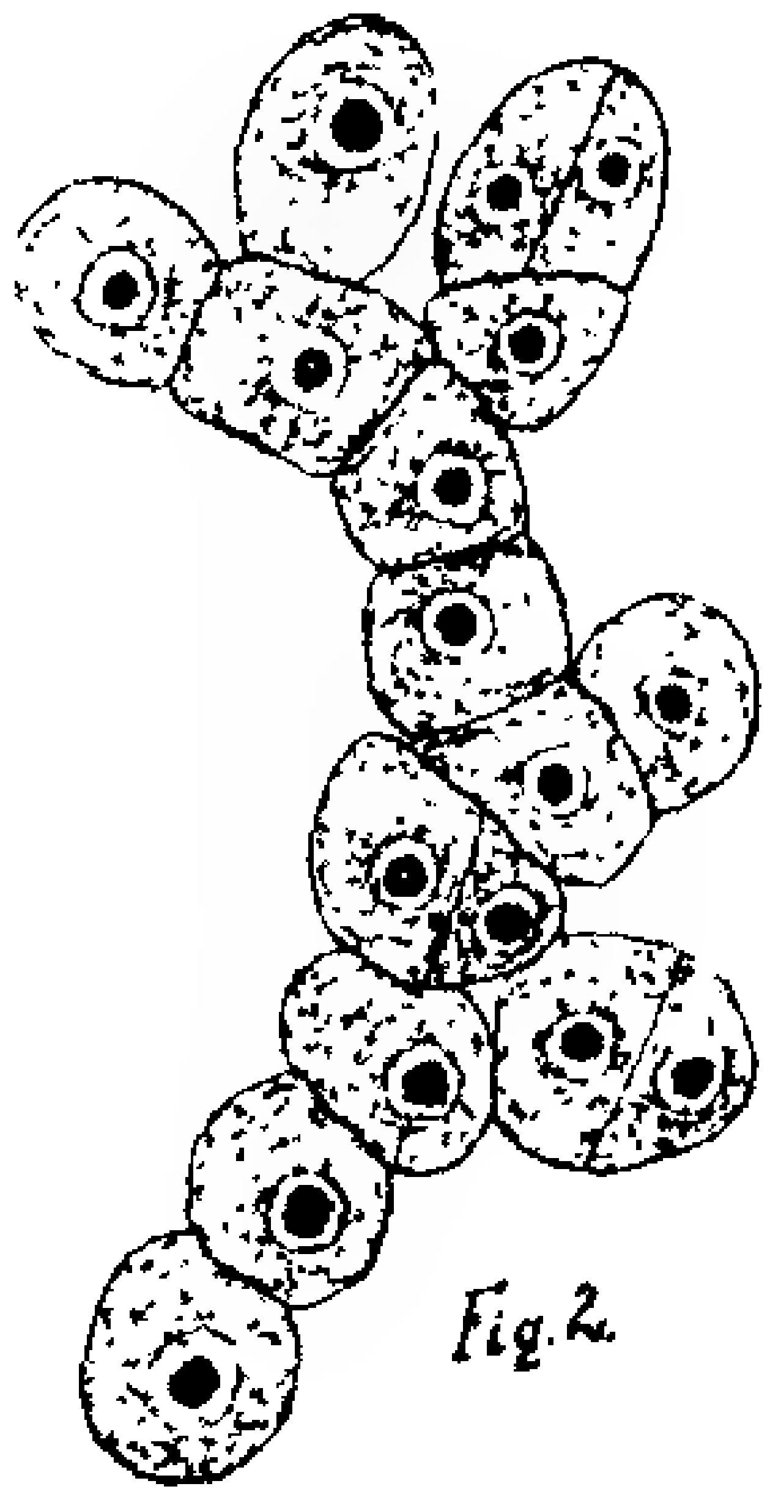


Fig. 2.

Von ganz anderer Gestaltung sind die Zellen und Kolonien, die in einer mehr concentrirten Nährlösung gewachsen sind. Als Erläuterung mögen die Fig. 1 (aus 6proc. Kochsalzlösung) und Fig. 2 (aus 20proc. Glucoselösung) dienen.

Von cylindrischen normalen Zellen sehen wir nichts mehr, alle Zellen sind mehr oder weniger rundlich, isodiametrisch. Das ausgesprochene Längswachsthum der Zellen, welches für die Culturen in nichtconcentrirten Peptonlösungen charakteristisch ist, verschwindet mit steigender Concentration immer deutlicher, und im Zusammenhang damit treten immer häufiger die schiefen und longitudinalen Theilungen der Zellen auf, die uns in 1 proc. Peptonlösung nie begegnen. Die schiefen Querwände sind in diesem Falle nur eine Folge der schief angelegten Karyokinesen, ja schon vor dem Eintritt der Kerntheilung verrathen die starken Ansammlungen des strahligen Archoplasma an den zwei Polen der noch runden und anscheinend ruhenden Kerne die schiefe Anlage der karyokinetischen Längsaxe, die später durch eine neu entstehende Querwand halbirt wird.

In einer Peptonlösung bildet Basidiobolus je nach dem Verbrauch des Peptons früher oder später die Zygosporen. Deren Bildung, ebenso wie die Bildung der Conidien, wird durch eine schon geringe Concentration der Nährlösung verhindert. In einer 6proc. Glycerinlösung fand sich nach zwei Wochen keine Zygosporenbildung, ebenso wenig in einer 5proc. KNO_3-Lösung. In einer 1,84proc. Glycerinlösung (0,2 M.-L.) bilden sich die Zygosporen noch in normaler Zahl, ihre Zahl ist schon viel kleiner bei der Glycerinconcentration 2,76 % (0,3 M.-L.), 3,68 % (0,4 M.-L.) oder 4,6 % (0,5 M.-L.). Ebensowenig wie Zygosporen bilden die in concentrirten Nährlösungen cultivirten Kolonien die Conidien. Durch das Uebertragen dieser Kolonien aus der concentrirten Nährlösung in eine wenig concentrirte oder z. B. in das destillirte Wasser bekommt man gleich die Zygosporen und an der nicht untergetauchten Oberfläche die Conidien.

Normale Zellen des Basidiobolus sind, wie bekannt, immer einkernig. In alten Culturen findet man jedoch hie und da manche Zellen, deren Kerne sich getheilt haben, in welchen jedoch die Bildung der Querwand unterblieben ist. Man kann durch Uebertragen einer Cultur in 10proc. Glycerinlösung (+ 1 % Pepton, 1 % Glucose) und durch gleichzeitige Erhöhung der Temperatur auf 30° C. sonderbare Riesenzellen zu Stande bringen, deren Kerne in zahlreiche Tochterkerne sich getheilt haben, ohne dass die Querwände zwischen den Tochterzellen sich gebildet haben. Basidiobolus wächst sonst bei 30° C. schneller als bei der Zimmertemperatur. Die Zellen einer Cultur, die aus der normalen Peptonlösung in die 10proc. Glycerinlösung gebracht und bei dieser Temperatur sich weiter entwickeln, zeigen manche Differenzen zwischen einander. Manche theilen sich wie gewöhnlich und liefern rundliche Zellen von normaler Grösse, andere wachsen gewaltig, erreichen vielfach eine Breite von $60\,\mu$, ihre Kerne theilen sich und zwischen den Kernen treten äusserst dünne Querwände auf. Doch runden sich die Tochterzellen nicht ab, erscheinen aber als Segmente einer Kugel zu runden Zellkörpern vereinigt, die die Gestalt der Mutterzelle behalten. Solche Zellkörper zeigt die Fig. 3.

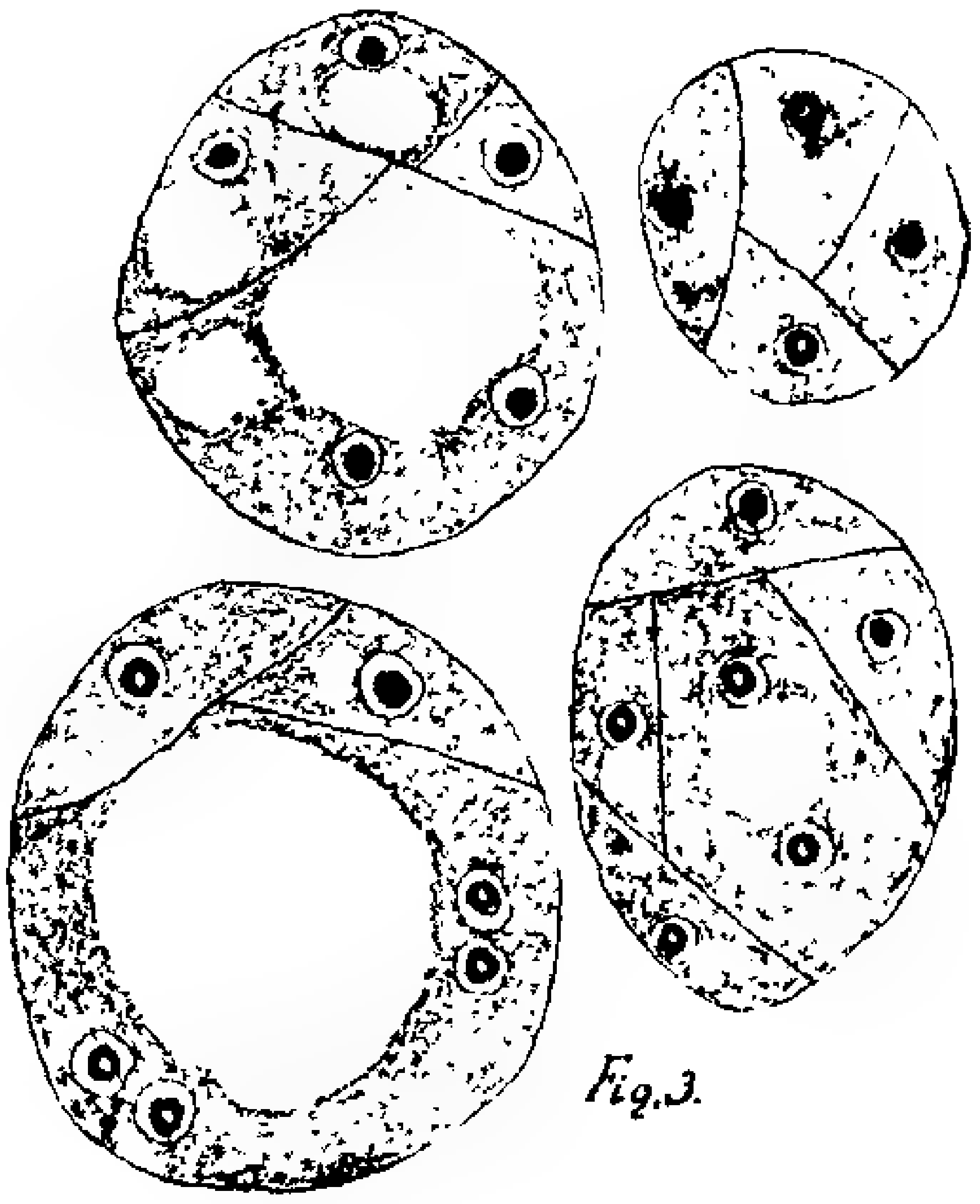


Fig. 3.

In dem weiteren Verlaufe der Cultur treten immer häufiger alte Zellen auf, die viel grösser als die übrigen sind, deren Kerne sich mehrfach theilen, in welchen jedoch keine Querwände mehr auftreten. Die Kerne, zwei bis über 20 an der Zahl, liegen entweder zerstreut in dem wandständigen Plasma, ähnlich wie in jungen Endospermbelegen oder manchen Secretschläuchen der Phanerogamen oder liegen auch haufenweise dicht bei einander. Einige solche Riesenzellen zeigt die Fig. 4. Bei der Aehnlichkeit, welche diese pathologischen Riesenzellen mit den Riesenzellen der thierischen pathologischen Anatomie aufweisen, habe ich mit besonderer Mühe nach den Kerntheilungen in denselben gesucht, doch nie eine directe Fragmentation gefunden. Diese zahlreichen Kerne entstehen immer auf dem Wege der karyokinetischen Theilung, die genau so verläuft, wie in den gewöhnlichen vegetativen Zellen des Pilzes. Trotzdem sind diese Zellen nicht entwickelungsfähig, sie gehen immer nach kurzer Zeit zu Grunde. Dabei häufen sich bei den Kernen verschiedene Vacuolen, in manchen der Kerne selbst treten auch Vacuolen hervor, wodurch diese sich stark vergrössern, manchmal bis $15\,\mu$ breit werden und so eine für Pilzkerne ansehnliche Grösse erreichen. Später jedoch verblassen diese Kerne immer mehr und mehr, die Nucleolen werden eckig und kleiner, die Kernvacuole rings um die Nucleolen kleiner und undeutlicher, bis sie endlich verschwinden. Obwohl also Lebensbedingungen vorhanden sind, welche

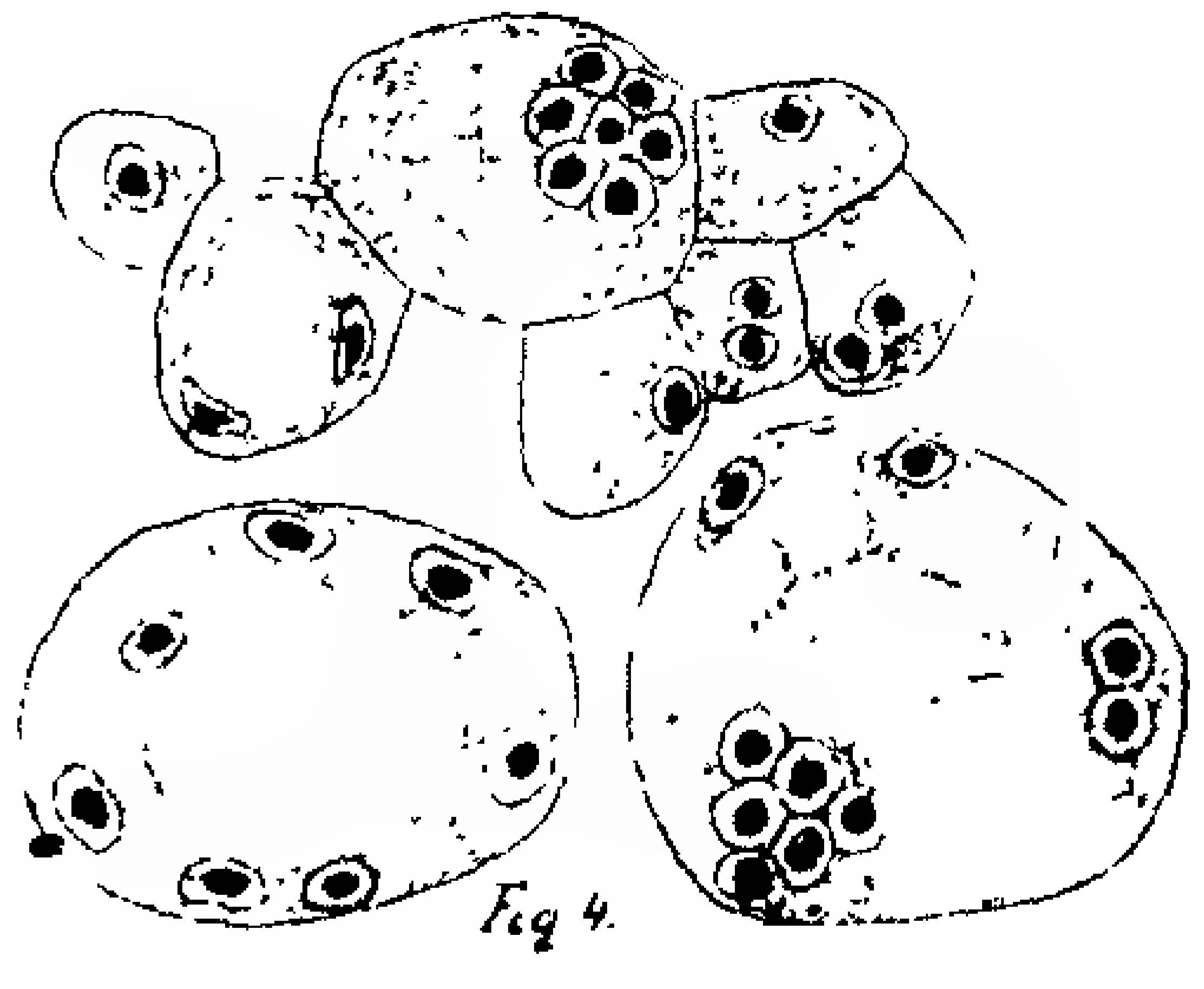


Fig. 4.

einen einzelligen und einkernigen Organismus wie Basidiobolus in einen vielkernigen, einem Siphomyceten ähnlichen verwandeln können, so wirken doch diese Eingriffe zugleich entwickelungsstörend, pathologisch ein.

Nicht alle Zellen einer so behandelten Cultur verwandeln sich zu Riesenzellen, manche wachsen, wie schon erwähnt, normal, theilen sich und liefern rundliche junge Zellen. Doch nach längerer Zeit verdicken sich die Wände derselben sehr stark und die Theilungen hören vollständig auf. Die sonst sehr dünnen Membranen werden bis 5 μ dick und geschichtet. Die Verdickung der Wände ist nicht immer gleichmässig ausgebildet, gewöhnlich treten hie nnd da in das Innere der Zelle besonders starke Papillen und Zapfen hervor, die manchmal den Urticaceencystolithen ähnlich sind und vielfach so gewaltsam nach innen wachsen, dass sie den grössten Theil des Zelllumens ausfüllen und für das Plasma nur wenig Raum übrig lassen. Dieselbe Erscheinung der enormen Wandverdickung habe ich auch in 10proc. Glycerinculturen beobachtet, die zwar in gewöhnlicher Zimmertemperatur cultivirt, aber durch Bacterien verunreinigt waren. Die Fig. 5 stellt einige solcher Zellen dar. Dieselben Wandverdickungen traten auch auf bei gewöhnlicher Temperatur, wenn zur Concentration statt Glycerin 8 % Ammoniumsulfat benutzt war.

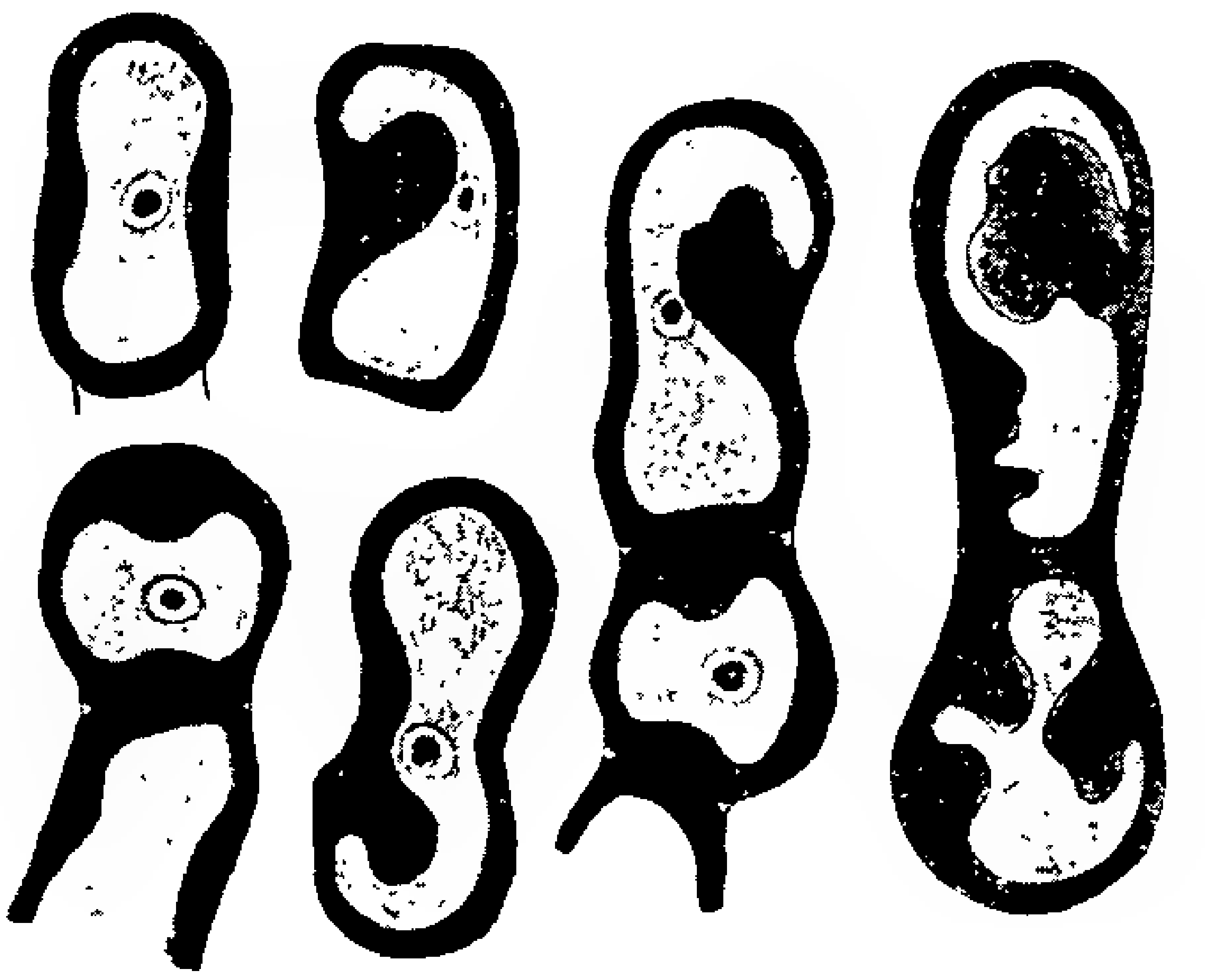


Fig. 5. Die Zellen des Basidiobolus mit stark und unregelmässig verdickten Wänden.

Es ist jedoch sehr zweifelhaft, ob in allen den erwähnten Fällen die verstärkte Wandbildung als durch die gesteigerte Concentration der Nährlösung inducirt betrachtet werden darf. Wie weiter unten besprochen wird, kann man in einer sehr wenig concentrirten Nährlösung dieselben Wandverdickungen induciren, wenn als Stickstoffquelle manche Ammoniumsalze, als Kohlenstoffquelle manche Kohlenhydrate dargeboten werden. Es ist möglich, dass in den erwähnten alten peptonenthaltenden Culturen entweder durch Wachsthum des Basidiobolus bei erhöhter Temperatur oder in den anderen Fällen durch Anwesenheit der Bacterien Ammoniaksalze, eventuell substituirte organische Ammoniake sich gebildet und die Membranverdickung verursacht haben. Während jedoch die unten besprochenen ammoniakalischen Nährlösungen nur vorübergehend so starke Wandverdickungen zu Stande bringen, als Einleitung zu einer weiteren Entwickelung des Pilzes im Palmellastadium, unterbleibt diese weitere Entwickelung bei erhöhter Concentration; die Zellen mit verdickter Wand bleiben hier in einem Ruhezustande liegen, ohne sich zu vermehren.

B. Ueber den Einfluss der chemischen Zusammensetzung der Nährlösung auf das Wachsthum.

Auf einer Peptonlösung wächst Basidiobolus sehr üppig. Dabei ergaben gleich die ersten Vorversuche, dass die Bildung der Zygosporen mit der Erschöpfung der Nährlösung eintritt. Die Culturen waren in Uhrgläsern angestellt, die mit etwa 5 ccm Nährlösung beschickt waren. Als Nährlösung war benutzt: 0,25 g KCl, 0,25 g $CaCl_2$, 0,25 g $NaNO_3$, 0,25 g $MgSO_4$, 999 g H_2O mit wechselnder Menge Pepton und Glucose.

In der folgenden Tabelle zeigt die zweite Reihe die in Procenten ausgedrückte Menge des dargebotenen Peptons (p) und Glucose (g) an, die letzte die Maximal-Breite der Kolonien an dem dritten Tage nach der Aussaat, während der Buchstabe **z** das Auftreten der ersten Zygosporen bezeichnet. Mit jeder Nährlösung waren drei Uhrgläser beschickt und diese am 13. August mit ganz kleinen Gelatinestückchen, die je eine oder nur sehr wenige Conidien enthalten, inficirt. Die Culturen, welche am 18. August noch keine Zygoten gebildet haben (also 1—6), waren an diesem Tage in das oben erwähnte Mineralwasser übertragen und da noch einen Tag belassen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2 p 4 g	2 p 2 g	2 p 1 g	2 p 0,5 g	2 p 0 g	1 p 2 g	0,5 p 2 g	0 p 2 g	1 p 1 g	0,5 p 0,5 g	0,25 p 0,25 g	0,12 p 0,12 g	0 p 0 g
16. August								z		z	z	z	z
17. August													
18. August							z		z				
19. August	z	z	z	z	z	z							
Die Breite der Rasen am 16. August	17 mm	21	21	25	19	18	18	0	17	17	15	10	0

Die schwachen, 0—4proc. Glucoselösungen sind also als Zusatz zu den Peptonlösungen ohne Wirkung anf die Bildung der Zygosporen oder auf das Wachsthum der Rasen, dagegen verhalten sich die Culturen mit wechselnder Peptonmenge sehr verschieden. Die Basidioboluskolonien, denen nur wenig Pepton zu Gebote stand (0,1—0,5 % in einem Uhrglas), haben zwar am dritten Tage nach der Aussaat eine Breite von 10—17 mm erreicht, aber auch massenhaft Zygosporen gebildet, während in den Culturen mit 2 % Pepton noch am fünften Tage keine Zygosporen vorhanden waren. Von den letzten Culturen waren jetzt je zwei in eine peptonfreie Nährlösung gebracht, während je einer dritten die frühere, 2 % Pepton enthaltende Nährlösung erneuert war. Die in Mineralwasser übertragenen Culturen haben nach 24 Stunden sämmtlich Zygosporen gebildet, während bei den in frische Peptonlösung übertragenen auch nach mehreren Tagen noch keine Zygosporen vorhanden waren.

Während diese und die zahlreichen späteren Versuche immer zu dem Resultate führten, dass die schlecht ernährten Culturen gleich zur Zygosporenbildung schreiten, waren an verschiedenen Kolonien derselben Nährlösung die Conidien bald vorhanden, bald nicht und zwar haben sich die Conidienträger nie entwickelt, wenn der Rasen zu Boden sank oder von der Oberfläche der Flüssigkeit auch nur 1 mm entfernt war. Nur diejenigen Rasen, welche an der Oberfläche schwimmen, fangen bald an, die Conidien zu bilden und zwar gewöhnlich noch früher als die Zygoten. Desswegen liefern die Objectträgerculturen stets in 2—3 Tagen Conidien, während solche in den Uhrgläsern oder Erlenmeyer'schen Kolben manchmal ganz conidienlos bleiben.

Es wurden auch Versuche angestellt, um zu sehen, ob nicht andere entwickelungsstörende Eingriffe die Zygosporenbildung hervorrufen. Es wurde eine grosse Zahl der Kolonien in Petrischalen bei einer Temperatur von 17° C. in 2proc. Pepton-, 1proc. Glucoselösung gezogen und je fünf von diesen 36 Stunden nach dem Auskeimen in verschiedene Lebensbedingungen versetzt.

Das Uebertragen der Kolonien in einen Thermostaten mit constanter Temperatur 30° verursacht ein stärkeres Wachsthum und in der Folge ein schnelleres Erschöpfen der Nährlösung, welches wieder das frühere Erscheinen der ersten Zygoten zur Folge hat. In Petrischalen sind in dem Thermostat in vier weiteren Tagen die ersten Zygoten erschienen.

Das Uebertragen der Kolonien in ein Zimmer mit fast constanter Temperatur von 6—7° C. hat eine sehr starke Retardation des

Wachsthums zur Folge, die Zellen wachsen sehr langsam, schwellen sehr häufig an der Spitze keulenförmig an, bilden jedoch noch nach einer Woche keine Zygosporen oder Conidien.

Das Uebertragen der Culturen in einen dunklen Raum bleibt ohne Einfluss auf die Bildung der Zygosporen oder Conidieen. Dieselben werden bei den belichteten und verdunkelten Culturen in derselben Zeit und auf dieselbe Weise angelegt.

Das Uebertragen der Culturen in destillirtes Wasser, sowie auch in eine 1proc. KNO_3-Lösung verursacht in 24 Stunden die Bildung unzähliger Zygoten und Conidien. Die Bildung der Zygoten und Conidien kann man beschleunigen durch eine Erhöhung der Temperatur auf 30° C., wobei schon nach 6—8 Stunden die ersten Zygoten sich bilden.

Aehnliche Resultate bekommt man durch Ausgiessen der Nährlösung, so dass die Culturen nur an nasser Schale liegen bleiben. Doch ist jetzt die Zahl der Zygoten bedeutend geringer.

Durch Uebertragen der Culturen auf den Boden grosser, mit einer 2proc. Peptonlösung bis zu einer Höhe von 9 cm vom Boden erfüllten Erlenmeyer'scher Kolben erzielt man anfangs ein starkes Wachsthum der Kolonien, die jedoch bei dieser Tiefe natürlich keine Conidien und bei der Menge der Nährlösung auch keine Zygoten bilden. Nach mehreren Tagen sehen wir in solchen Culturen viele sonst normale cylindrische Zellen sich von den anderen loslösen und nach dem Boden sinken und sich zwar weiter, aber sehr langsam entwickeln.

Ein Zusatz von 0,1 % salzsaurem Chinin, 0,1 % schwefelsaurem Atropin, 0,1 % Akonitin bleibt ohne irgendwelche sichtbare Veränderung in der Cultur hervorzurufen, 0,4 % essigsaures oder salzsaures Chinin wirkt tödtend, 0,5 % Coffein wirkt sehr stark retardirend auf das Wachstum, die Bildung der Zygoten und Conidien bleibt aus. 0,5 % Phloroglucin wirkt etwas retardirend auf das Wachsthum, die Zellen bleiben kurz und dick, während dieselben in 0,5proc. Orcein sehr unregelmässig gestaltet sind, mit Auswüchsen versehen, häufig keulenförmig angeschwollen. In 0,25proc. Indigocarmin wachsen die Zellen sehr stark, doch trotz der sehr starken Imprägnirung der Wände mit dem Farbstoff bleibt das Wachsthum ganz normal und intensiv, ebenfalls in 0,1proc. Congoroth. In beiden letzten Fällen bringen die Culturen ganz normale Zygoten und Conidien. Ein Zusatz von 1 ‰ und 2 ‰ arseniksaurem Kali wirkt nur auf einen Theil der Zellen tödtlich, andere wachsen langsam fort; dagegen tödtet eine 0,4 ‰-

Lösung dieser Salze alle Zellen. Doch auch an diese hohe Concentration des Giftes kann man die Pilzzellen angewöhnen durch Uebertragen der mehrtägigen Culturen aus 1 °/₀₀-Lösung zuerst in 2 °/₀₀ und zuletzt in 4 °/₀₀. Jedoch wachsen in dieser Lösung die Pilzzellen nur langsam.

Alle diese Versuche, und auch manche von den unten besprochenen, liefern den Beweis, dass man die Bildung der Zygoten bei Basidiobolus durch sehr verschiedene Eingriffe verhindern oder zurückschieben, ihr Erscheinen aber durch den eintretenden Nahrungsmangel zu Stande bringen kann.

In den bis jetzt erwähnten Culturen deckte der Pilz seinen Stickstoff- und Kohlenstoffgebrauch aus dem Pepton. Wenn auch Glucose in der Nährlösung zugesetzt war, so geschah es nur desswegen, weil ich gleichzeitig unter denselben Bedingungen einige Siphomyceten und Ascomyceten cultivirt habe, zu deren Entwickelung ein Glucosezusatz vortheilhaft war. Für den Basidiobolus ist derselbe, wie schon oben erwähnt, nicht nöthig. In den späteren Versuchen wurde angestrebt, die Differenzen kennen zu lernen, welche der Basidiobolus zeigt, wenn ihm Stickstoff und Kohlenstoff in anderer Gestalt dargeboten wird. Alle Versuche waren in kleinen Erlenmeyer'schen Kolben angestellt, wobei als Flüssigkeit eine Lösung von 0,5 g KPO_4H_2, 0,25 g $CaCl_2$, 0,25 g $MgSO_4$, 1000 g H_2O diente. Nie habe ich etwas Eisen zugesetzt, trotzdem entwickelten sich die Culturen ganz normal, wenn ihr Stickstoff- und Kohlenstoffbedarf in genügender Masse und richtiger Form dargeboten war.

Je nachdem der Stickstoff- und Kohlenstoffbedarf durch zwei verschiedene Stoffe gedeckt war oder die beiden nöthigen Elemente in einer chemischen Verbindung dargeboten waren, kann man diese Versuche in drei Gruppen theilen. In der zunächst besprochenen diente als Stickstoff- und Kohlenstoffquelle nur eine einzige, zugleich Stickstoff und Kohlenstoff enthaltende Verbindung.

1 proc. salzsaures Methylamin. Wachsthum sehr schwach. Die Zellen äusserst dünn, bis 2 μ breit, sehr lang, unverzweigt. Die Zygosporen normal. Vollständig dieselben Resultate liefert 1 proc. salzsaures Trimethylamin, 1 proc. salzsaures Aethylamin, 1 proc. salzsaures Diaethylamin, 1 proc. salzsaures Propylamin. Diese Amine decken zwar den Stickstoffbedarf der Pflanze vollständig (durch Zusatz von 1 proc. Ammoniumsulfat bekommt man keine Steigerung des Wachsthums), doch leiden die Pflanzen an Kohlenstoffmangel, und dieser Mangel hat zur Folge die Bildung äusserst dünner, sehr langer (bis

100 μ) Zellen, die vielfach gekrümmt wachsen, manchmal verzweigt sind. Die Zellkerne sind in solchen Zellen sehr schmal und lang, der Nucleolus ist stäbchenförmig ausgezogen, die Grösse der Zellkerne ist kleiner als die der Peptonculturen. Durch Zusatz einer Kohlenstoffquelle, z. B. 1 % methylschwefelsaures Kali oder 1 % Glucose zu einer dieser Culturen, erzielt man gleich eine enorme Steigerung des Wachsthums.

In 1 proc. kohlensaurem Guanidin, in 1 proc. Hexamethylentetramin war kein Wachsthum vorhanden.

1 proc. Taurin wirkt ganz so wie die oben erwähnten Amine, viel stärker wächst der Basidiobolus in einer 1 proc. Glycocolllösung, wo zwar auch schmale Zellen gebildet werden, aber die Kolonien dicht erscheinen; ähnlich verhält sich der Basidiobolus in 1 proc. Methylglycin(Sarcosin)lösung, wo die Zellen bis 4 μ dick werden, oder in 1 proc. Methylguanidinessigsäure (Kreatin), dagegen war in 1 proc. salzsaurem Glycocoll, wie in 1 proc. salzsaurem Betain kein Wachsthum vorhanden, und zwar ebensowenig bei Basidiobolus wie bei manchen anderen Pilzen (Absidia robusta n. sp., Mucor n. sp.).

1 proc. Alanin (α-Amidopropionsäure) liefert eine sehr gute Nahrung. Die Kolonien wachsen sehr stark, die Zygosporen und Conidien bilden sich normal. Ebenso stark wächst auf dieser Nährlösung Absidia, dagegen sehr schwach das Penicillium Poiraultii n. sp.

1 proc. Leucin (α-Amidocapronsäure) ernährt noch etwas besser als Alanin, obwohl nicht so gut wie Pepton allein.

1 proc. amidobernsteinsaures Natron liefert ganz ähnliche Resultate wie Alanin.

1 proc. Acetamid liefert eine gute Nährlösung. Die Zellen sind cylindrisch, kurz und dick, Zygosporen und Conidien normal, die Kolonien breit und dick; dagegen konnte ich in 1 proc. Formamid kein Wachsthum beobachten.

In 1 proc. Urethan wächst Basidiobolus gar nicht, ebensowenig das erwähnte Penicillium, dagegen zeigt Absidia schwaches Wachsthum; kein Wachsthum zeigt auch Basidiobolus in 1 proc. cyansaurem Kali, wo Absidia doch ein wenig wächst, dagegen war in 0,5 proc. cyanursaurem Natron bei Basidiobolus ein schwaches Wachsthum zu sehen. Die Zellen waren sehr schmal, gekrümmt, lang. Ebenso in 1 proc. Harnstoff. Dagegen zeigte Basidiobolus in 1 proc. Thioharnstoff wie in 1 proc. Hydantoin kein Wachsthum. In letzter Lösung wächst dagegen Absidia und Penicillium Poiraultii.

Sehr schlechte Nährlösung stellt 1 proc. Asparagin dar. Die Zellen bleiben sehr schmal und lang, gewunden, die Zygosporen erscheinen normal, die Conidien habe ich nicht bekommen.

Kein Wachsthum war zu sehen auf 0,5 proc. Cyankali, 1 proc. Ammoniumcarbonat, auf 1 proc. Acetonitril wie auf 1 proc. hippursaurem Kali. Doch haben sich in der Acetonitrilcultur, welche nicht sterilisirt war, spontan einige Pilze stark entwickelt und 1 proc. hippursaures Kali dient dem Penicillium Poiraultii als Stickstoff- und Kohlenquelle zugleich.

Die eben besprochenen Versuche zeigen, dass sehr verschiedene stickstoffenthaltende Kohlenstoffverbindungen den Stickstoff- und Kohlenstoffbedarf des Basidiobolus decken können, obwohl nur sehr wenige wie Leucin, Alanin, Asparaginsäure, Acetamid, ein intensives Wachsthum zu Stande bringen. In allen anderen Fällen war an den wachsenden Pflanzen der Kohlenstoffmangel sichtbar und äusserte sich in den äusserst dünnen, langen Zellen des so ernährten Pilzes, in der geringen Grösse seiner Zellkerne und endlich in der Lockerheit der gebildeten Rasen. Es wurde auch gezeigt, dass verschiedene Pilze sich sehr verschieden in denselben Nährlösungen verhalten. Während z. B. die Hippursäure den Basidiobolus gar nicht ernährt, fördert sie das Wachsthum des Penicillium Poiraultii; dagegen kann Asparagin allein den letzten Pilz nicht ernähren, es genügt jedoch der Absidia.

In den folgenden Versuchen war Kohlenstoff als 1 proc. Glucose in der Nährlösung vorhanden. Mineralische Ernährung war dieselbe wie in den vorigen Versuchen. Der Stickstoff war dagegen in verschiedenster Form dargeboten.

Die Salpetersäure, als Stickstoffquelle gegeben, liefert eine kümmerliche Vegetation. In 1proc. KNO_3 wachsen die Zellen in dünne, lange Schläuche aus, bilden nach ein paar Tagen die Zygoten und schliessen so ihr Wachsthum ab. In 3proc. KNO_3 wächst Basidiobolus noch kümmerlicher: Die Zygoten sind normal.

Die salpetrige Säure (1 proc. KNO_2) wirkt ähnlich wie die Salpetersäure, doch werden die Zellen noch dünner, z. Th. korkzieherartig gekrümmt.

Hydroxylaminchlorhydrat wirkt schon in 0,25proc. Lösung tödtend auf das Basidiobolus.

In 1 proc. Ammoniumsulfat oder 1 proc. Chlorammonium wächst Basidiobolus sehr üppig, die Zellen sind dick, theilen sich lebhaft. Schon nach 2—3 Tagen zeigen solche Culturen manche Eigenthümlichkeiten, welche sie von allen früher beschriebenen unterscheiden. Die Rasen bleiben trotz der lebhaften Zelltheilung ganz klein, rundlich, zerreissen jedoch sehr leicht, im Gegensatz zu den compacten Kolonien auf Pepton. Die kurzen dicken Zellen theilen sich immer mehr durch z. Th. transversale, z. Th. schiefe, z. Th. longitudinale Wände. Die Membranen der Zelle wachsen sehr stark in die Dicke und zwar wird unterhalb der äusseren Membranlamelle eine mehr oder weniger dicke, vielfach ganz unregelmässig verdickte, sehr deutlich geschichtete Lamelle abgeschieden. Solche Stadien erinnern lebhaft an die oben besprochenen (Fig. 5) in concentrirter Glycerinlösung gezogenen Culturen. Andererseits erinnern sie vollständig an diese Entwickelungsstadien verschiedener grüner Algen, die wir allgemein als Palmellastadien bezeichnen. Dass eine aus Ammoniaksulfat und Glucose zusammengesetzte Nährlösung bei dem Basidiobolus thatsächlich ein Palmellastadium zu Stande bringt, zeigen die nächstfolgenden Entwickelungsstadien. Während die dickwandigen, unregelmässigen Zellen eine Zeit lang von der Membran der Mutterzelle eventuell Urmutterzelle umschlossen sind, bricht die letztere dann auf und die in derselben enthaltenen Zellen gelangen jetzt ins Freie, runden sich vollständig ab und die jungen Palmellazellen theilen sich weiter durch Querwände in zwei halb-

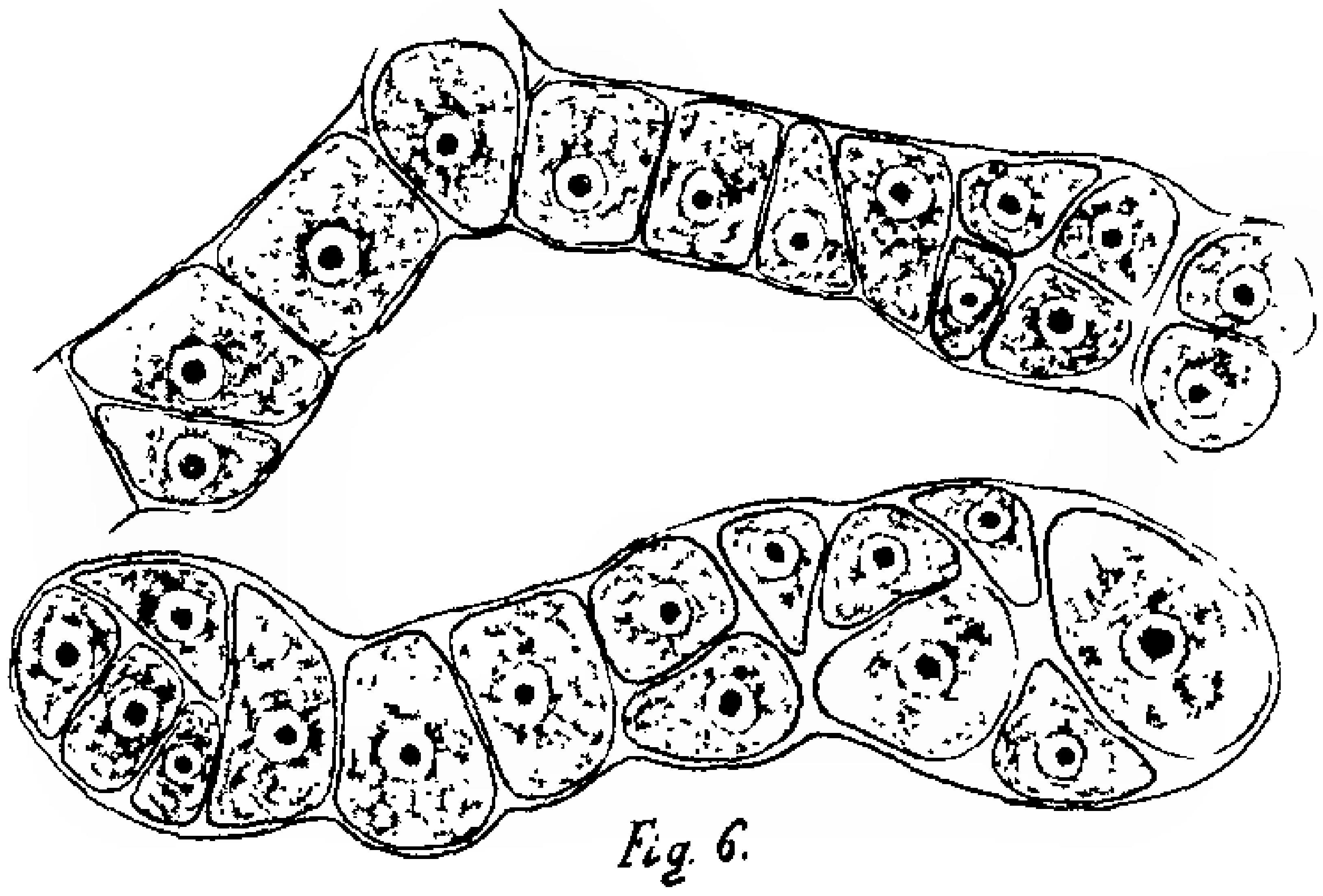


Fig. 6.

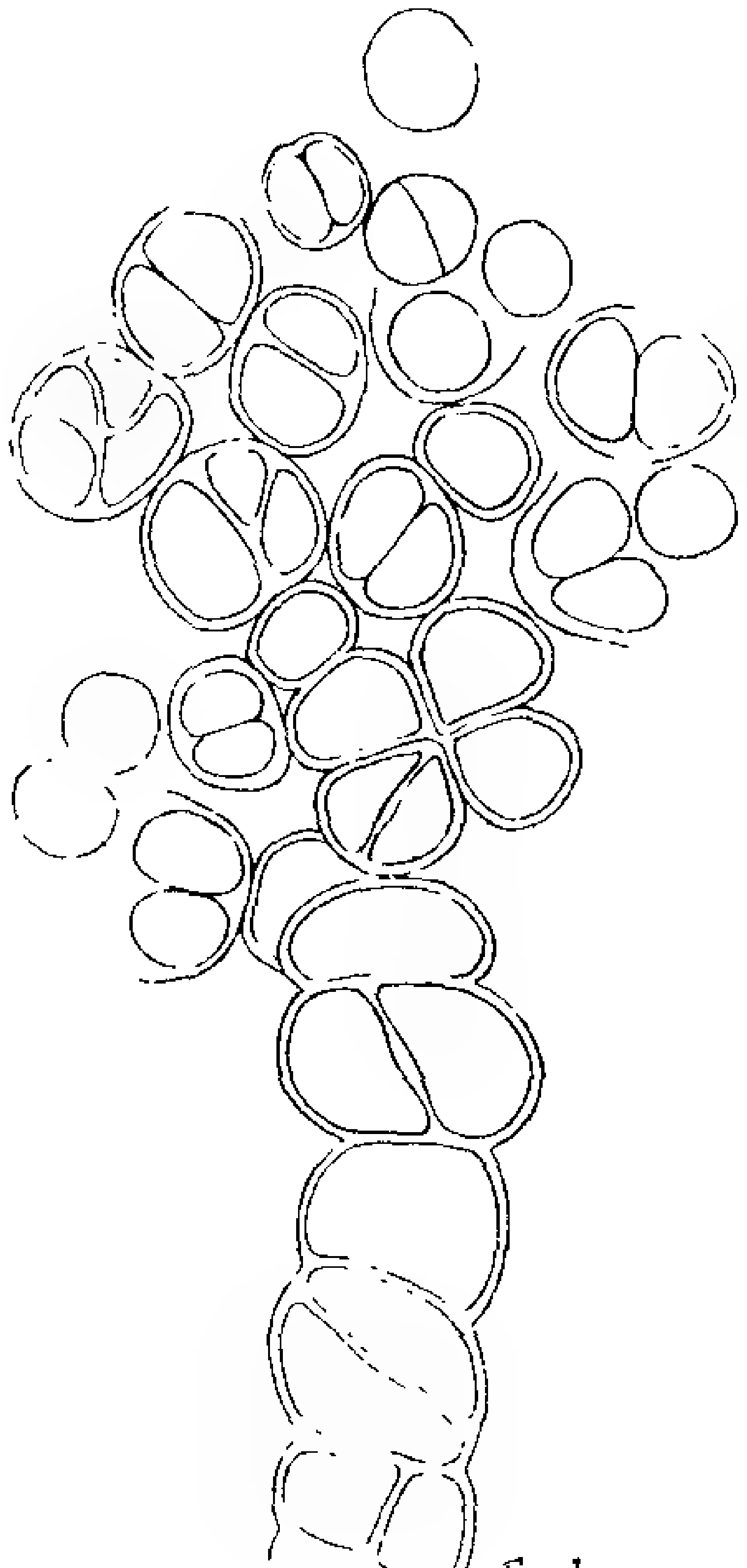


Fig. 7

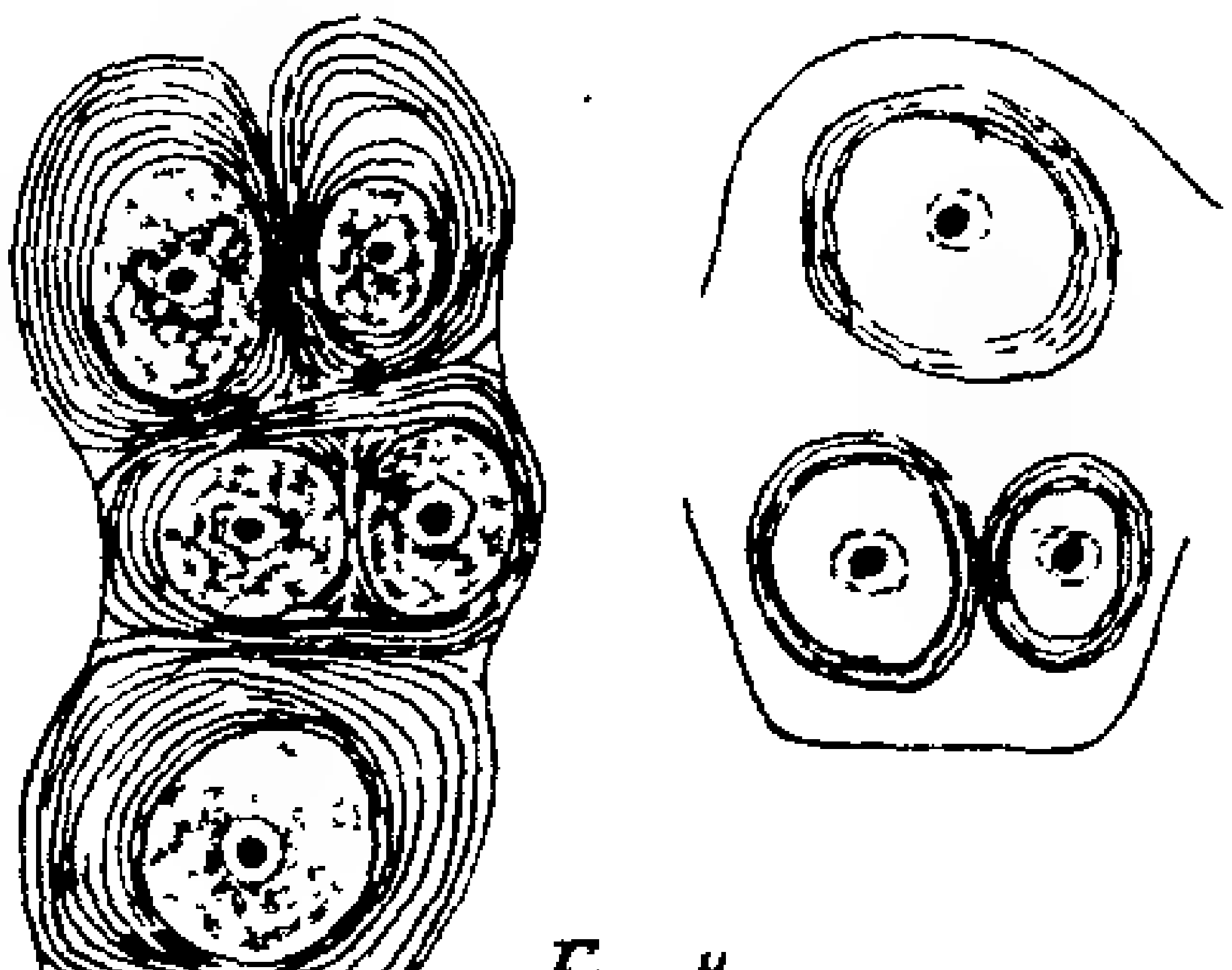


Fig. 8.

kugelförmige Zellen, die wieder durch das Abwerfen der Membran der Mutterzelle frei werden und sich abrunden. Einige beigefügte Abbildungen illustriren dieses Palmellastadium (Fig. 6, 7, 8).

Wird durch Erneuerung der ammoniakalischen Nährlösung für Nahrung gesorgt, so bilden sich in dem Culturglase die kugligen, gehäuften Palmellazellen immer reichlicher, während die eigentlichen langen Basidioboluszellen nicht mehr oder nur sparsam gebildet werden. Dabei schliesst dieses Palmellastadium die Bildung der Conidien oder Zygosporen vollständig aus. Ich habe eine Monate alte Cultur in der betreffenden Nährlösung behalten, ohne eine andere Vermehrungsweise als durch Palmellatheilungen gesehen zu haben. Auch durch Uebertragen solcher Palmellen in reines Wasser kann man sie nicht mehr zwingen, die Zygosporen zu bilden. Dazu genügt jedoch, wenn man Stickstoff und Kohlenstoff der Pflanze in einer anderen Form gibt, sie ganz kurze Zeit in Pepton, in Nitraten etc. wachsen lässt; die Zygosporen und Conidien erscheinen dann wieder normal.

Ganz dieselbe Wirkung wie Ammoniaksulfat oder Chlorat mit Glucose haben auf die Entwickelung der Basidiobolus die substituirten organischen Ammoniake, die Amine. Ich habe salzsaure Salze des Methylamins, Trimethylamins, Aethylamins, Propylamins in 1proc. Lösung mit 1 % Glucose angewandt, und dabei immer dasselbe starke Wachsthum, die Bildung der Palmellazellen bei Mangel an Conidien und Zygoten erzielt. Dagegen liefern 1 % Acetamin, 1 % Asparagin oder 0,5 % Atropinsulfat mit 1 % Glucose normale, in die Länge wachsende, dünnwandige Zellen nnd schliesslich Conidien und Zygosporen.

Bei den weiteren Versuchen war Stickstoff immer als 1proc. Ammoniumsulfatlösung gegeben, dagegen variirte die Kohlenstoff enthaltende Verbindung. Als solche kamen zur Anwendung die Säuren der Fettreihe, Alkohole und Kohlenhydrate. Die durch Verwendung verschiedener von diesen Kohlenstoffquellen erzielten Resultate im Wachsthum des Basidiobolus waren sehr verschieden und zwar waren einerseits quantitative Wachsthumsdifferenzen zu sehen, sehr deutlich besonders bei der Anwendung verschiedener Säuren, aber auch qualitative, indem z. B. verschiedene Kohlenhydrate den Basidiobolus zwingen, auf ganz verschiedene Weise zu wachsen.

Die Säuren der Fettreihe wurden in den meisten Fällen als 1proc. Kalisalze angewandt und haben im Allgemeinen ähnliche Resultate ergeben. Nach einem mehr oder weniger intensiven Wachsthum, indem die Zellen mehr dünn und lang, oder dick und kürzer waren, trat mit der Erschöpfung der Nährlösung die Bildung der Zygosporen und noch früher der Conidien (an den oberflächlich schwimmenden Rasen) auf. Das Palmellastadium war nie gebildet. Je nach der Grösse der gebildeten Rasen konnte ich die angewandten Säuren zu vier Reihen anordnen, indem ich in der ersten die Culturen mit stärkstem Wachsthum, in der zweiten und dritten die schwächer entwickelten, in der vierten dagegen solche zusammengestellt habe, die kein Wachsthum gezeigt haben. Diese Reihen sind für Basidiolus:

1. Essigsäure, Crotonsäure, Brenztraubensäure, Sebacylsäure;
2. methylschwefelsaures Kali, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Aepfelsäure, Milchsäure, Schleimsäure;
3. Chinasäure, Weinsäure, Korksäure, Brenzschleimsäure, Glycerinsäure, Citronensäure;
4. oxymethylsulfonsaures Natron und Ammonium, Ameisensäure, Zuckersäure (saures zuckersaures Kali), Sorbinsäure, Citrakonsäure;

wobei ich gleich bemerken will, dass diese Reihenfolge nur für Basidiobolus giltig ist. Es wurden nämlich in den meisten dieser Nährlösungen gleichzeitig Absidia robusta und Mucor sp. cultivirt, und diese zeigten z. Th. sehr verschiedene Resultate. Jedoch keiner dieser Pilze war auf dem 1proc. oder 0,5proc. oxymethylsulfonsauren Natron zum Wachsthum zu bringen, was ich hier deswegen nicht unerwähnt lassen möchte, weil das letztgenannte Salz nach den Angaben Bokorny's (Landwirthschaftl. Jahrbücher XXI, 1892, p. 445) den grünen Pflanzen als Kohlenstoffquelle zu dienen vermag. Jedenfalls verdienen die Untersuchungen Bokorny's, deren Resultate in der chemischen Litteratur vielfach verwendet werden, eine erneute Nachuntersuchung.

Mit den Alkoholen der Methanreihe habe ich einige Versuche angestellt, um ihre Giftwirkung zu ermitteln. Zu einer Nährlösung, in welcher ausser den Mineralsalzen noch 1% Pepton und 1% Glucose vorhanden war, waren die Alkohole zugesetzt, um die Grenzprocente, bei welchen eben noch Basidioboluswachsthum möglich war, zu ermitteln. Diese Vorversuche haben ergeben, dass die Giftwirkung der Alkohole $C_nH_{2n+2}O$ mit ihrem Kohlengehalt steigt und zwar betragen die Maximaldosen derselben für

Methylalkohol	7,0%
Aethylalkohol	3,0
Propylalkohol	1,5
Isobutylalkohol	1,0

Als Kohlenstoffquelle liefern die Alkohole keine üppigen Basidiobolusrasen. In 2proc. Methylalkohol (+ 1 % NH_2SO_4) ist das Wachsthum sehr schwach, die Zellen dünn und lang, korkzieherartig gekrümmt, die Zygoten bilden sich sehr rasch. Noch schlechter wächst Basidiobolus in 2proc. Aethylalkohol, während in 1proc. Propyl-, Butyl- und Isobutylalkohol kein Wachsthum stattgefunden hat, obwohl diese Alkoholmengen, als Zugabe zu einer guten Nährlösung, das Wachsthum noch nicht sistiren.

In 1proc. und 3proc. Glycerin-, 1proc. Erythrit, 1proc. Dulcyt- und 1proc. Mannitlösung ist das Wachsthum auch schwach, die Zellen bleiben dünn und lang, die Zygosporen erscheinen bald und schliesslich zerfällt die ganze Cultur in die Zygoten.

Von den Kohlenhydraten konnte ich nur wenige versuchen. Die für Glucose sehr charakteristische Wirkung, nämlich die Bildung der Palmellen, wurde schon oben beschrieben. Aehnlich wie die Glucose wirkt 1—5proc. Maltose, 1—5proc. Rohrzucker und 1—5proc. Dextrinlösung. Die Laevulose ruft auch, obwohl nur spärlich, Palmellengruppen hervor, dabei werden jedoch die meisten Zellen des Basidiobolus dick und ziemlich lang. Die Zygosporenbildung unterbleibt. Keine Palmellen-, dagegen Zygosporenbildung tritt in 1—5proc. Galactose-, 1proc. Milchzucker-, 1proc. Inulin-, 1proc. Glykogen-, 1—5proc. Stärkekleisterlösung. Dass jedoch die wenigen versuchten Kohlenhydrate uns ein nicht vollständiges Bild der Wachsthumsverhältnisse geliefert haben, hat ein Versuch bewiesen, wo als Kohlenstoffquelle eine 1proc. Lösung einer rohen Sorte von Gummi arabicum benutzt war. Die Zellen des Basidiobolus wachsen in lange, dünne Schläuche

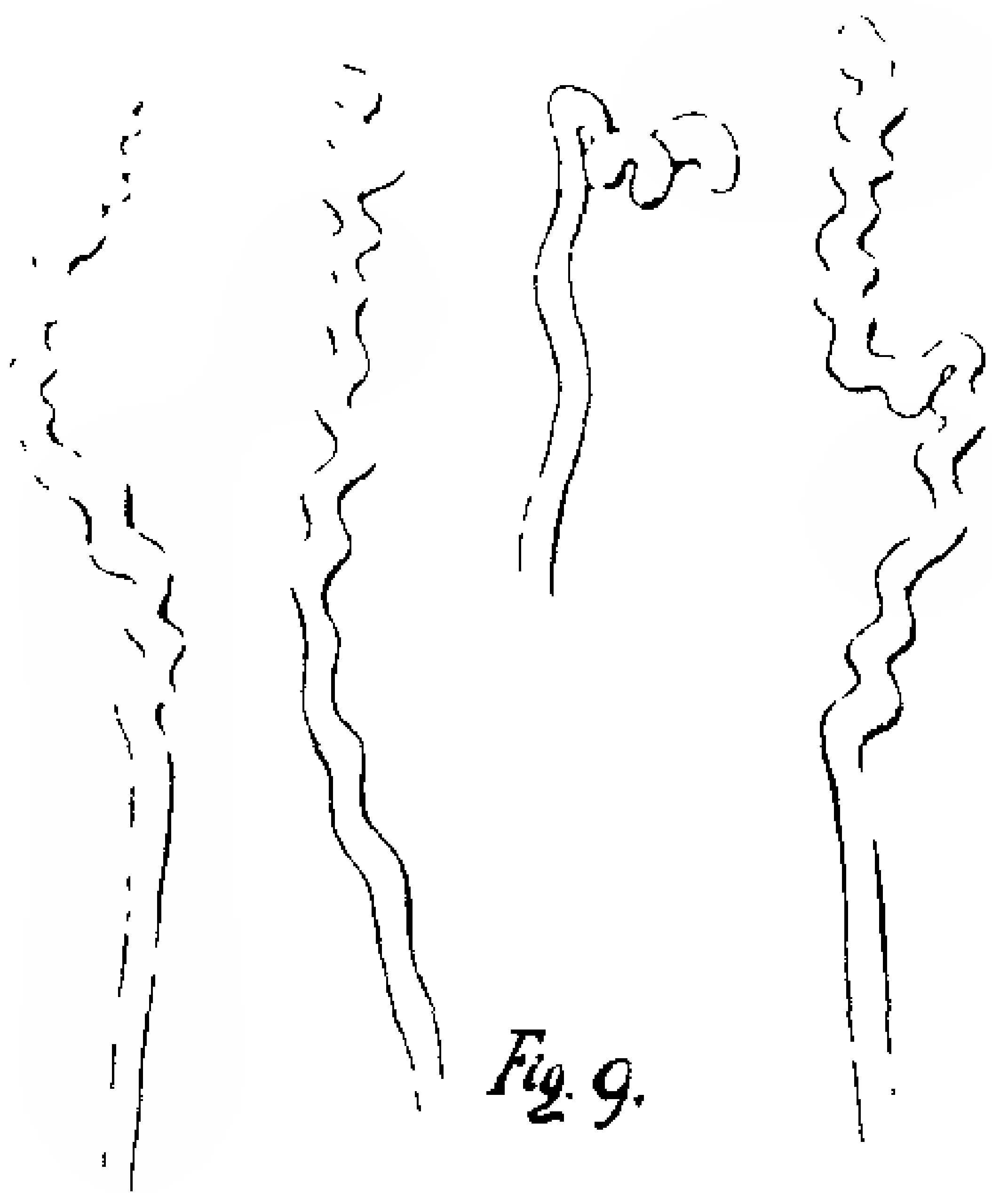


Fig. 9.

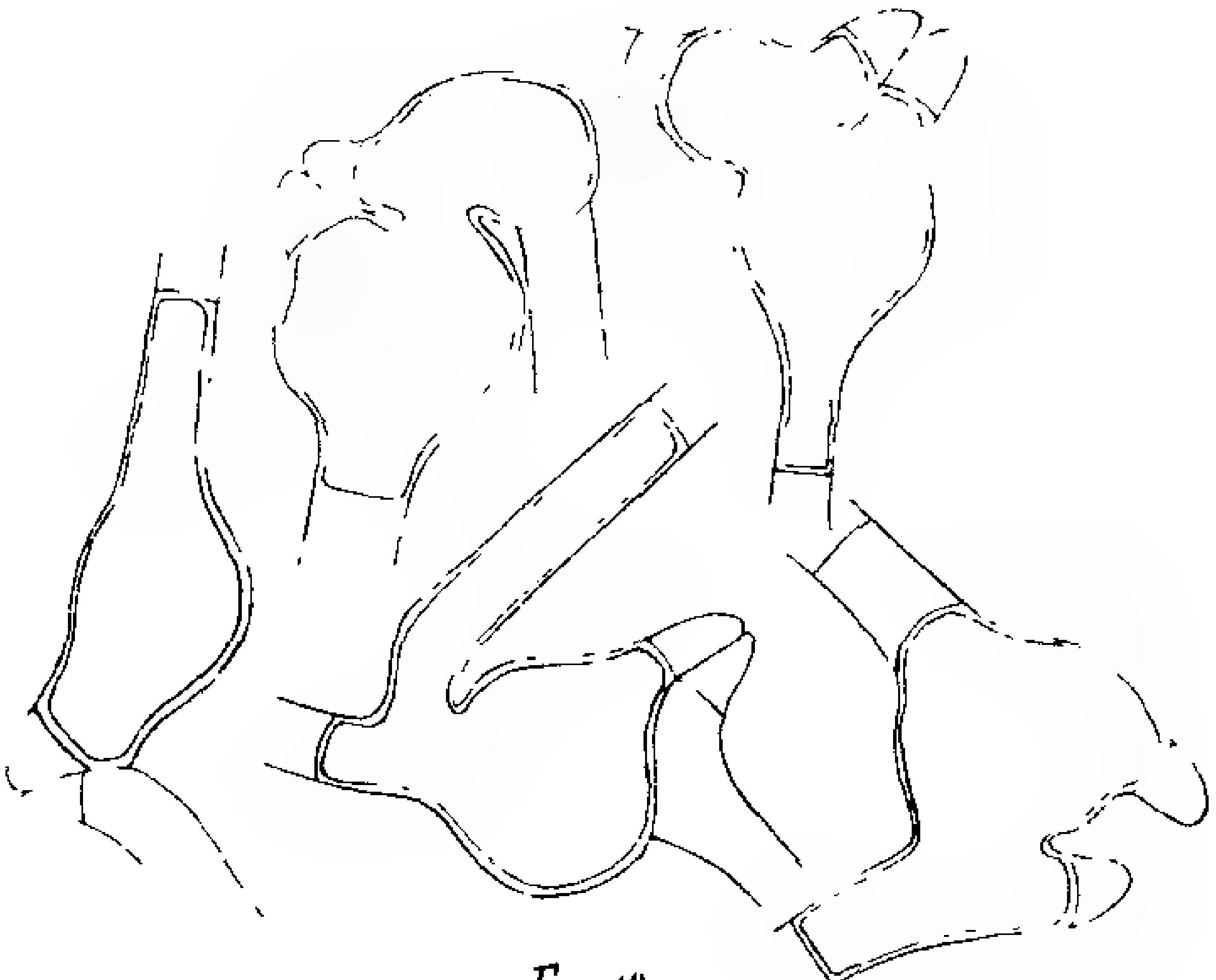


Fig 10.

aus, die, ähnlich wie die der Aethylalkoholculturen, korkzieherartig gewunden waren (Fig. 9). Es waren trotzdem wenige Palmellazellen gebildet, in wenigen Tagen kam dann die Zygosporenbildung zu Stande. Doch war die wachsthumstörende Wirkung der Nährlösung immer deutlicher. Viele lange Zellen waren verzweigt, und bei der Zygosporenbildung kam es nur in wenigen Fällen zum normalen Uebertritt des Plasmas der männlichen Zelle in die weibliche. In bei weitem den meisten Fällen war dieser Uebertritt nur spärlich, und die beiden Zellen, die durch eine entstandene Oeffnung mit einander communiciren, umgeben sich mit einer dicken Membran, auf diese Weise sehr sonderbar gestaltete Zygoten, z. Th. Doppelzellzygoten bildend (Fig. 10). In sehr seltenen Fällen kam es überhaupt nicht mehr zu einer Durchbohrung der Zwischenmembran der copulirenden Zellen, die beiden Zellen haben sich jede für sich zu einer Halbzygote verwandelt (Fig. 11). Leider gelang es mir in diesem Falle nicht, das zur Wirkung kommenden störenden Agens kennen zu lernen. Mit verschiedenen anderen Sorten von Gummi arabicum wie auch von Tragantgummi habe ich nur lange, schlauchförmige Zellen und normale Zygosporen erzielt, es waren also jedenfalls in den anormal wachsenden Culturen chemische Agentien massgebend, nicht aber die physikalische Beschaffenheit der schleimigen Flüssigkeit. Vielleicht wäre es möglich, durch Anwendung der chemisch reinen Pentosen und Pentosanen in dieser Richtung eine Klarheit zu erzielen, mir fehlten jedoch dieselben vollständig.

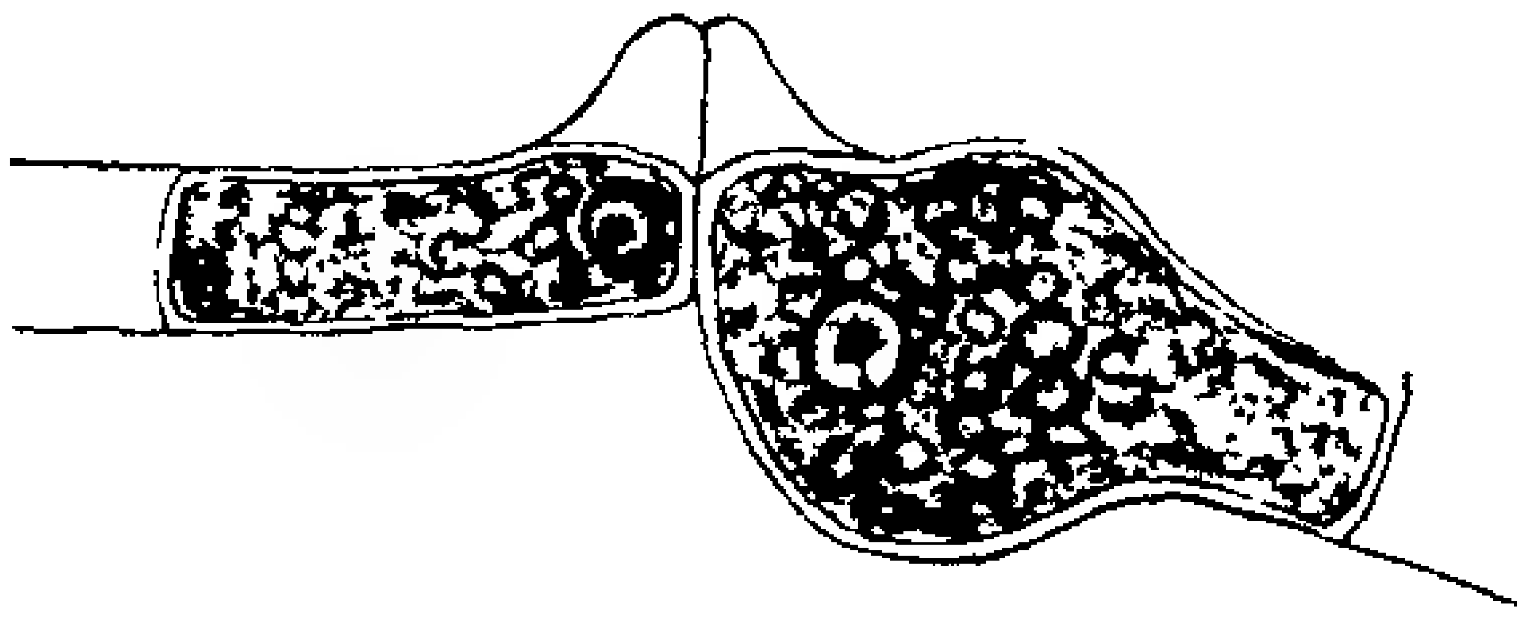


Fig. 11.

Jedenfalls zeigen meine wenigen Versuche mit den Kohlenhydraten als einer Kohlenstoffquelle, dass einzelne Glieder dieser Gruppe, die einander der chemischen Zusammensetzung nach so nahestehen, doch keine ähnlichen Resultate in dem Wachsthum des durch sie ernährten Organismus zu Stande bringen. Trotz der geringen Zahl der von mir angewandten Kohlenhydrate erinnern doch unsere Culturversuche einigermassen an die, welche E. Fischer mit der Gährfähigkeit der Hefe bei Anwesenheit verschiedener Kohlenhydrate erhalten hat und zugleich an seine interessanten, an diese Eigenschaften der Organismen geknüpften Auseinandersetzungen. Es meinte E. Fischer nämlich (Die Chemie der Kohlenhydrate 1894 p. 25): „Wir stehen hier vor der ganz neuen und ich darf wohl sagen überraschenden Thatsache, dass die gewöhnlichste Function eines Lebewesens mehr von der molekularen Geometrie als von der Zusammensetzung des Nährmaterials abhängt. Die Erklärung derselben ist eine biologische Aufgabe von principieller Bedeutung, denn was für die alkoholische Gährung zutrifft, das wird sich m. m. ohne Zweifel bei anderen Gährprocessen oder, noch allgemeiner gesprochen, beim Stoffwechsel des lebenden Organismus wiederholen." Meine Untersuchungen haben ergeben, dass die Kohlenhydrate von geometrisch verschiedenem Bau der Moleküle verschieden morphogenetisch wirken. So z. B. ist die Wirkung der beiden Hexosen Glucose und Galactose ganz verschieden, wieder anders ist die Einwirkung einer Ketose wie des Fruchtzuckers. Ebenso haben wir die Differenzen in der Wirkung gesehen zwischen den einzelnen angewandten Di-sacchariden, wie Rohrzucker und Maltose einerseits, Milchzucker andererseits, und dieselbe Differenz weiter noch bei der Wirkung der Polysacchariden, wie Dextrin, Inulin, Glykogen und Stärke. Ich muss mich beschränken auf das Constatiren dieser auch für die experimentelle Morphologie interessanten Thatsache, aber hinweisen will ich doch auf das breite, in dieser Hinsicht fast unbekannte und doch so lockende Gebiet, welches von der chemischen Physiologie in Anspruch genommen werden soll. Uebrigens führen die oben erwähnten Resultate mit dem Wechseln der Stickstoffquelle der Pflanze die Differenzen der Culturen, in welchen Stickstoff als Salpetersäure, Ammoniak, Amine oder Amide vorhanden war, zu ähnlichen Erwägungen, wie die oben citirten E. Fischer's.

Zusammenfassung.

1. Die beste Nahrung ist für Basidiobolus eine Peptonlösung. In derselben vermehrt er sich sehr üppig vegetativ, dicke, cylindrische Zellen bildend, und schreitet erst mit dem Erschöpfen der Nährlösung zur Zygosporenbildung. Durch Zusatz neuer Nährlösung zu der erschöpften kann man die Bildung der Zygosporen verhindern, theoretisch eine unbegrenzte Zeit, praktisch ist das aber schwer auszuführen, ohne die Kolonien in kleine Stücke zu zerreissen. Es wachsen nämlich in diesen Bedingungen die Zellen des Pilzes sehr dicht neben einander, so dass nach wenigen Tagen in der Mitte eines Rasens eine dicke Schicht gedrängter Zellen sich findet, welche durch die oberflächlichen von der Nährlösung abgegrenzt sind und desswegen bald zur Befruchtung schreiten, wenn wir nicht die dichten Rasen künstlich zerreissen und so für eine gleichmässige Ernährung der einzelnen Zellen sorgen.

II. Bei entsprechender chemischer Zusammensetzung der Nährlösung geht Basidiobolus in ein typisches Palmellastadium über, wie wir ein solches bisher nur bei den grünen Algen kannten. Die dazu erforderliche Zusammensetzung ist die Gegenwart des Stickstoffs in der Gestalt des Ammoniaks oder eines organischen substituirten Ammoniaks (Amins), andererseits in der Gegenwart des Kohlenstoffs als Glucose, Rohrzucker, Maltose, Dextrin oder auch Fruchtzucker, bei der normalen, mineralischen Nährlösung. Dass jedoch diese Bedingungen die Ursachen noch nicht erschöpfen, welche ein Palmellastadium bedingen, haben einige, früher nicht citirte Versuche erwiesen, welche uns erst deutlich die Complicirtheit der hier in die Thätigkeit kommenden Factoren beweisen. Bei mangelnder Phosphorernährung tritt nämlich kein Palmellastadium hervor, aber ebenso kommt ein solches zunächst gar nicht, wenn Ammoniak als Phosphorsäuresalz dargeboten wird. In letzterem Fall, ebenso bei der Ernährung mit Ammoniaksulfit, tritt eine sehr spärliche Palmellabildung, und dazu erst sehr verspätet, ein. Desswegen waren bei den Palmellaversuchen Ammoniak und Amine immer als chlorsaure, schwefelsaure oder salpetersaure Salze angewandt.

III. Das Palmellastadium führt zur Bildung von vollständig freien, in keinem Verbande mit den anderen stehenden Zellen, zur Bildung ganz freier, einzelliger Individuen. Andere Pilze kommen zu demselben Resultate auf eine andere Weise, nämlich durch die Bildung der Hefezellen bei einen, der Oidien bei anderen Arten. Die Hefezellen, die Oidien- oder Palmellazellen bilden trotz der Differenzen in ihrer Entstehung eine grosse, biologische Gruppe von analogen Entwickelungsstadien, und es wäre zu untersuchen, ob es auch analoge äussere Einwirkungen sind, die solche einfache, einzellige, jeder Beziehung zu den Schwesterzellen entbehrende Entwickelungsformen induciren. Es sind das nämlich die denkbar einfachsten Entwickelungsformen, die bei den höheren Pilzen nur durch besondere Eingriffe in das Leben derselben hervorgerufen werden, bei den niederen Organismen dagegen, wie bei den Bacterieen oder Saccharomyceten¹), als alleinige Vegetationsform existiren.

---

1) Mit den Saccharomyceten möchte ich die Exoasceen als eine parasitische und deswegen „höher“ organisirte Gruppe vereinigen, weil die beiden Gruppen, besonders durch solche Formen wie Schizosaccharomyces, mit einander ganz verbunden sind. Es besteht vielfach die Ansicht, dass die parasitischen Organismen einfacher gebaut sein müssen, als ihre nichtparasitischen nächsten Verwandten. Diese Ansicht kann ich nicht als eine allgemein giltige betrachten. Höchst wahrscheinlich ist, dass die parasitischen Organismen nur dann eine Vereinfachung

IV. Mit der erhöhten Concentration der Nährlösung werden die Basidioboluszellen immer kürzer, ihre Theilungen treten immer seltener senkrecht zur Längsrichtung der Zelle, werden schief, vielfach longitudinal. Durch Uebertragung eines Rasens in entsprechend concentrirte Nährlösung bei erhöhter Temperatur treten sonderbare, sehr grosse, vielkernige Riesenzellen hervor, die jedoch nicht mehr entwickelungsfähig sind. Eine schon unbedeutende Concentration der Nährlösung verhindert die Bildung der Zygosporen; nach beendetem Wachsthum in solchen Flüssigkeiten verdicken viele Zellen etwas ihre Wände und treten so in ein latentes Leben ein, die Function der sonst durch Zygosporen repräsentirten Dauersporen übernehmend. In manchen Bedingungen verdicken solche Zellen ihre Membranen sehr stark (Fig. 5). Ihre Lebensfähigkeit ist jedenfalls von einer kurzen Dauer, nach zwei Monaten keimten viele von ihnen nicht mehr. Solche Zellen könnte man vielleicht mit den Gemmen der Mucorineen vergleichen, die jedoch natürlich vielkernig sind, oder mit den Chlamydosporen mancher anderen Pilze. Wenn ich das nicht thue, so geschieht es zum Theil desswegen, weil unter dem letzten Namen die heterogensten Sachen zusammengefasst sind. So z. B. die Gemmen der Mucorineen, die Dauersporen der Ustilagineen, die Aecidio-, Uredo-, Teleutosporen der Uredineen, die Stylosporen der Agaricineen und viele andere Gebilde. Es liegt mir ferne, eine Reform in dieser Beziehung durchführen zu wollen, doch erwähnen möchte ich schon hier, dass diejenigen Sporenarten, in welchen eine Kernverschmelzung stattfindet, also die Dauersporen der Ustilagineen, die Teleutosporen der Uredineen und wahrscheinlich die Dauersporen der Protomycesarten unbedingt als eine besondere Sporenformation betrachtet werden müssen. Dass eine intercalare Bildung mancher von diesen als Chlamydosporen bezeichneten Sporen gar nicht für eine Homologie mit den Chlamydomucorgemmen spricht, das beweist eine Mucorart, welche ich vor mehreren Jahren in Krakau gezogen habe, und welche neben den normalen Gemmen reichliche grosse Azygosporen (dagegen keine Zygosporen),

---

ihres Baues zeigen, wenn ihre Lebensweise einfacher wird, als die der nichtparasitären Verwandten. Sollte dagegen ein an das Leben in einer genügende Menge Nährstoffe enthaltenden Flüssigkeit angepasster Saccharomycet parasitisch im Blattgewebe einer Pflanze leben, so findet er da — im Vergleich zu seinen früheren — so complicirt gestaltete Lebens- und Ernährungsbedingungen, dass diese auch in seiner morphologischen Gestaltung eine Complicirtheit hervorbringen müssen, wenn er als Parasit thatsächlich gedeihen soll. Dieser Gedankengang macht mir plausibel, dass die Exoasceen eine Gruppe — infolge ihrer biologischen Lebensverhältnisse — complicirt gebauter Saccharomyceten sind.

und zwar immer intercalar, in dem Verlaufe der Hyphen bildete. In einem Vortrage, den ich im November vorigen Jahres in dem Münchener botanischen Vereine über die Vermehrung und systematische Eintheilung der Pilze gehalten habe, habe ich für alle solche Pilzsporen, in welchen eine Verschmelzung zweier Kerne stattfindet und die doch nicht wie die Oosporen oder Zygosporen einem normalen Befruchtungsvorgange ihren Ursprung verdanken, den Namen Zeugite (Ζευγίτης) proponirt, und ebenso glaube ich heute, dass die Einführung eines neuen Termins hier unbedingt nöthig ist, um solche Sporen, wie die Teleutosporen oder Dauersporen der Ustilagineen, einerseits von den Chlamydosporen, andererseits von den Zygosporen (wie bei dem Basidiobolus) oder Oosporen der Peronosporeen und Saprolegnieen, mit welchen sie nicht homolog sind, zu unterscheiden. Warum die Zeugitsporen mit den befruchteten Eizellen der letzten nicht homolog sind, war schon in einer Arbeit, die G. Poirault und ich vor kurzem veröffentlicht haben, angedeutet, und ich werde darauf noch am Schlusse dieser Zusammenfassung zurückkommen, dagegen sind sie mit den Basidien der Basidiomyceten und jungen Ascen der Ascomyceten homolog, die jedoch nicht als Dauersporen functioniren.

V. Die Bildung der Zygosporen tritt bei Basidiobolus unter sonst geeigneten Umständen mit dem eintretenden Nährstoffmangel ein. Dieselben Bedingungen also, welche bei den Bacterien nach Buchner die Dauersporenbildung hervorrufen, welche bei Mucor racemosus und den verwandten Arten die Gemmenbildung verursachen, induciren bei dem Basidiobolus den geschlechtlichen Process, die Bildung der Zygosporen, welche hier zugleich Dauersporen sind.

Dabei kommen bei Basidiobolus Umstände zum Vorscheine, die zwar schon früher erkannt waren, aber meines Erachtens nicht die ihnen gebührende Würdigung erfahren haben. Eidam, welcher den Vorgängen der Befruchtung bei Basidiobolus eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, beobachtete, dass die Bildung der Zygosporen geschehe durch Copulation des ganzen plasmatischen Inhalts zweier benachbarten Zellen eines Fadens, deren Kerne zuvor eine Reductionstheilung erfahren haben. Er konnte nicht feststellen, ob die beiden jetzt in der weiblichen Zelle sich befindenden Kerne mit einander verschmelzen oder nicht, dagegen hat schon er beobachtet, dass die jungen Zygoten äusserst leicht keimen, und zwar treten dann in den Keimschlauch immer zwei Kerne ein, die sich endlich durch eine Querwand in dem Keimschlauch abgrenzen. Weitere Beobachtungen über diesen Gegenstand verdanken wir V. Chmielevsky (Matériaux pour servir à la morphologie des procès sexuels chez les plantes inferieurs. Charkow 1890). Chmielevsky zeigte, dass die beiden Zellkerne eine Zeit lang in der Zygote neben einander liegen und erst spät mit einander verschmelzen. Ich habe diese Frage näher untersucht und gesehen, dass noch 12 Tage alte Zygoten, die diese Zeit in der alten Nährlösung lagen, noch zwei mehr oder weniger dicht an einander angeschmiegte, aber doch deutlich getrennte Kerne besassen. In manchen waren dieselben schon zu einem einzigen verschmolzen. Durch Austrocknen kann man den Process der Copulation der Zellkerne etwas beschleunigen; schon in drei Tagen haben manche Zygoten nur einen Kern. Wechselt man die erschöpfte alte Nährlösung, in welcher junge, dünnwandige Zygoten sind, die noch zwei separate Kerne besitzen, und ersetzt sie durch eine frische, so keimen viele der Zygoten gleich, bilden die zweikernigen Schläuche, wo ein Kern der der männlichen Geschlechtszelle, der andere der der weiblichen ist.

Wir müssen also bei dem Basidiobolus, ebenso wie bei den von Klebahn untersuchten Conjugaten, in dem Befruchtungsprocesse wenigstens zwei zeitlich weit von einander getrennte Phasen unterscheiden: erstens die Copulation des plasmatischen Inhalts zweier Zellen, zweitens die Copulation der beiden auf diese Weise in einer Zelle zusammen sich befindenden Geschlechtskerne. Und dabei haben wir zugleich gesehen, dass der zweite Vorgang, also die Copulation der Kerne, je nach äusseren Bedingungen beschleunigt oder sogar verhindert werden kann.

In dieser Beziehung steht Basidiobolus keineswegs in dem Pflanzenreiche vereinzelt da. So hat z. B. Nowakowski in seiner Monographie des Polyphagus (Denkschriften der polnischen Akademie Bd. IV, Tab. X, Fig. 93) einen Fall beobachtet und abgebildet, wo das Plasma der beiden copulirenden Zellen gleich die noch unverdickte und unfertige Zygospore verliess um ein neues Sporangium zu bilden. Auf diese Weise werden auch vielleicht die Differenzen zwischen verschiedenen Zygosporen dieses Sitzes zu deuten sein, die ebenso wie bei Basidiobolus entweder bald nach der Bildung keimfähig sind oder einer längeren Ruheperiode dazu bedürfen. Und in letzter Zeit konnte Klebs bei den Algen die Copulation der Gameten künstlich verhindern und dieselben ohne Copulation zur weiteren Entwickelung zwingen. Bei Basidiobolus ist diese Verhinderung der Kerncopulation und die vegetative weitere Entwickelung derselben in Anbetracht der der Bildung derselben vorausgegangenen Kerntheilung, die so lebhaft an die Reductionstheilungen des Thierreiches erinnert, besonders interessant, weil sie zeigt, dass ein männlicher oder weiblicher Kern für sich allein die vollen Eigenschaften eines normalen, vegetativen Zellkernes besitzt.

Bei Basidiobolus können also zwischen dem ersten Stadium der Befruchtung, d. i. der Copulation des Plasma der beiden Zellen, und dem Endstadium derselben, der Copulation der Zellkerne, Wochen vergehen, während bei den von Klebahn untersuchten Conjugaten beide Phasen monatelang von einander entfernt werden können. Wann tritt die eigentliche Befruchtung ein? ob erst mit der Verschmelzung der beiden Kerne, ob dieselben nicht schon früher einander beeinflussen? das sind Fragen, auf welche bei dem jetzigen Stadium der Befruchtungslehre kaum eine Antwort zu geben ist. Zur Zeit der Untersuchungen de Bary's und Tulasne's galt die Verschmelzung des plasmatischen Inhalts zweier Zellen als Befruchtung. Auf dieser Grundlage haben die beiden Mykologen, gestützt auf äusserst mühsame Untersuchungen, die Lehre von der Befruchtung der Ascomyceten entworfen, die in späteren Jahren zwar verspottet und fast vergessen war, trotzdem jedoch die Grundlage für alle späteren Untersuchungen bilden wird. Bei dem damaligen Stadium unserer Kenntnisse des Befruchtungsvorganges in dem Thier- und Pflanzenreiche war ein tieferes Verständniss der von genannten Mykologen und ihren Schülern gemachten Entdeckungen einfach unmöglich, es fehlte doch damals vollständig das Verständniss für die Bedeutung der Zellkerne während des Sexualactes. Wie bekannt, betrachtete man später eine Zeit lang die Befruchtung als eine Verschmelzung beider sexuellen Kerne, bis erst in den letzten Jahren ein Mittelweg gefunden wurde, welcher in dem Befruchtungsvorgange die Vereinigung der Kerne und entsprechender plasmatischer Theile sieht. Die Beobachtungen J. Rückert's über die Eifurchung bei Cyclops zeigen jedoch, dass die Sache doch nicht so einfach zu sein scheint, und sind andererseits geeignet auf manche Vorgänge bei den Pilzen ein neues Licht zu werfen. Rückert zeigte bekanntlich, dass von einer vollständigen Verschmelzung der beiden sexuellen Zellkerne während der Befruchtung der genannten Copepoden nicht ohne Weiteres die Rede sein kann; während jeder der mehreren succesiven Theilungen der befruchteten Eizelle waren in der karyokinetischen Figur die Elemente des männlichen und weiblichen Kernes von einander getrennt, ja auch in dem ruhenden Kerne ist in den ersten Stadien zwischen den beiden Elementen eine Scheidewand zu erkennen.

Die Kerntheilungen der Furchungskerne bei Cyclops, welche Rückert beschrieben hat, erinnern schon an die sonderbaren karyokynetischen Bilder, welche Dr. Poirault und ich bei den Uredineen beobachteten und die wir als konjugate Kerntheilung bezeichnet haben.[1] Während jedoch bei Cyclops die der conjugaten Kerntheilung so ähnlichen Mitosen mit der Befruchtung anfangen und vielleicht bald aufhören, finden wir solche bei den Uredineen während des ganzen vegetativen Lebens, während der Bildung der Aecidiosporen, Uredosporen, Teleutosporen. Sie fangen in dem Momente an, wo eine reife Sporidie keimt und wächst. Die junge Sporidie besitzt nur je einen Zellkern, dieser theilt sich bald und die beiden treten nun in dieses gegenseitige Verhältniss ein, welches sie zwingt immer nur auf konjugate Weise sich zu theilen, um endlich in der Zeugite mit einander zu verschmelzen. Diese Verschmelzungen der Zellkerne bei den Pilzen hat in letzten Jahren Dangeard mit Nachdruck als Befruchtung bezeichnet. Ich hoffe, dass die Forschungen der nächsten Zeit in dieser Hinsicht Klarheit verschaffen werden; nach meinem jetzigen Dafürhalten könnten sie nur mit dem letzten Stadium der Befruchtung bei Basidiobolus verglichen werden. Es scheint, dass zwischen die schon bei unserem Pilz und bei den Conjugaten von einander soweit zeitlich getrennte zwei Phasen der Befruchtung, die Verschmelzung des Plasma und die Verschmelzung der Kerne, noch eine längere oder kürzere Entwickelungsperiode des Pilzes eingeschoben wird, die Ascogonentwickelung bei manchen Ascomyceten, die ganze Entwickelung eines Rostpilzes von der Keimung der Sporidie bis zur Bildung der Zeugite.

Jedenfalls bezeichnet die Bildung einer Zeugite, mag es Dauerspore sein, wie bei den meisten Uredineen und Ustilagineen, oder keine Dauerspore, wie bei den Tremellineen, Basidiomyceten oder Ascomyceten, den Anfang einer neuen Generation, und zwar der Sporocarpgeneration. Dieser Sporocarp ist bei den Ascomyceten ein Ascus, bei den Basidiomyceten und Tremellineen eine Basidie. Auf diese Weise sind wir, und zwar auf grossen Umwegen, genau auf den Pfad gekommen, den der geniale de Bary in seiner vergleichenden Morphologie der Pilze, Capitel IV, 128 sq. betreten hat, und die Mykologie der Zukunft muss wieder an den Ideengang anknüpfen, den de Bary in dem eben citirten Werke so geistreich entrollte.

---

[1] G. Poirault et M. Raciborski, Sur les noyaux des Urédinées, Journal de Botanique 1895, cfr. auch Biologisches Centralblatt 1896 Nr. 1.

Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte oder umgebildete Sexualorgane.

Von

Ignaz Familler.

(Mit 10 Figuren.)

Hemmungsbildungen und Umformungen einzelner Organe aus der gewöhnlichen Form in andersgestaltete, anderen Zwecken dienende Organe sind im Pflanzenreiche nicht selten, und gerade im Blüthentheile der Pflanzen sind sie ja weit verbreitet. Von besonderem Interesse aber sind jedenfalls die Hemmungserscheinungen und Umbildungen der Sexualorgane. Darum schien es von Werth zu sein, diese Erscheinungen näher zu untersuchen, soweit das nöthige Material erreichbar war, wenigstens bei jenen Pflanzenformen, welche diese Erscheinung constant aufweisen. Unberücksichtigt mussten demnach für diese Arbeit bleiben alle die vereinzelt beobachteten Hemmungen und Umbildungen, sowie auch alle diklinen Pflanzen, da die ersteren vielfach nur zufälliger Beobachtung zugänglich sind, letztere aber durch die verschiedenen Verhältnisse ihres Baues eine eigene Arbeit für sich in Anspruch nehmen dürften. Was ich nun dabei fand unter der liebwerthen Leitung des Herrn Professor Dr. K. Goebel im pflanzenphysiologischen Institute zu München, das sei hiemit der Veröffentlichung übergeben mit aufrichtigstem Danke gegen den verehrten Lehrer und in der angenehmen Hoffnung, dass die Arbeit doch einiges Neue, Interessante biete, wenn sie auch bei der verhältnissmässig kurzen Zeit, welche ich diesen Studien widmen durfte, keine allseits abgeschlossene sein kann.

I. Männliche Organe.

Bereits 1862 hat H. Gieswald eine Abhandlung „Ueber den Hemmungsprocess in der Antherenbildung“ veröffentlicht, aber das Ergebniss seiner Arbeit ist für den heutigen Stand unseres diesbezüglichen Wissens nicht mehr von Belang, da seine Forschungen noch auf den älteren, irrigen Anschauungen über die Bildung der Antheren beruhen.

Geht man bei Betrachtung der verkümmerten oder umgebildeten männlichen Sexualorgane von dem typischen Aufbau der normalen Staubblätter aus — in der Form, dass sich eine Zelle oder auch Zellreihe derart differenzirt, dass durch wiederholte perikline Theilungen nach

Aussen die Wandschichten der Anthere (Endothecium, Schichtzellen und Tapetenzellen) abgegliedert werden, während die innere Zelle oder Zellreihe zum Archespor wird — so begegnet man so ziemlich allen Stufen des Stehenbleibens auf dem Wege der normalen Entwickelung, von der ersten Anlage beginnend, bis hinauf zur nahezu normalen Ausbildung, wobei allerdings gleich zu bemerken ist, dass auch bei ein und derselben Pflanze das Verhältniss sehr bedeutend wechseln kann. Viele Pflanzen, namentlich Culturpflanzen wie *Antirhinum*, *Pentstemon*, zeigen bei Untersuchung einer grösseren Anzahl von Blüthen fast stets verschiedene Ausbildung der verkümmernden Organe, so dass diese in dem einen Falle kaum mehr wahrnehmbar sind, während sie in anderen Fällen nahezu normale Ausbildung erreichen. Goebel bemerkt in dieser Beziehung: „dass „normal“ verkümmerte Organe gelegentlich sich entwickeln, ist häufig genug. Bei Vergleich einer grösseren Anzahl von Veronicablüthen wird man selten solche mit mehr als zwei Staubblättern vermissen“.[1])

Abgesehen von dem einen Verhältnisse, wo sich die ganze Blüthenanlage sehr frühe schon so gestaltet, dass von der äusserlich sichtbaren Anlage des einen oder anderen späteren Organes nicht mehr die Rede sein kann (z. B. das median hintere Staubblatt der Labiaten), trifft man bei den Randblüthen der Compositen, wie Köhne in seiner Arbeit über die Blüthenentwickelung der Compositen gezeigt hat, noch die allererste Anlage der Staubblätter in der Form kleiner Höckerbildungen, die aber nicht wieder ganz unterdrückt werden, wie der Verfasser meint, sondern so minimal bleiben, dass sie sich in der fertigen Blüthe kaum mehr von dem umgebenden Gewebe abheben. Auch bei Acanthus mollis besteht nach Payer ein ähnliches Verhältniss für das fünfte Staubblatt: „Il y a toujours cinq étamines à l'origine et elles alternent avec les petales. Mais de ces cinq étamines l'une avorte presque aussitôt après sa naissance“. Aehnlich verhält es sich auch in den Randblüthen von Viburnum Opulus, bei dessen Gartenform sterile, bei Viburnum tomentosum und seiner var. plicatum. Die Staubblätter sind dabei noch angelegt in Gestalt kleiner, rundlicher Höcker, die in der fertigen Blüthe dem blossen Auge kaum mehr sichtbar sind.

Ein Schritt weiter ist dann der, dass sich dieses erste Entwickelungsstadium sichtbar erhält. Das Primordium bildet sich und bleibt weiterhin bestehen ohne besonderes Grössenwachsthum, so dass dies fertige Gebilde die Gestalt einer mehr oder minder abgerundeten, kleinen

---

1) Pflanzenbiologische Schilderungen I p. 18.

Keule besitzt, gebildet aus parenchymatischem Gewebe, dessen Zellen im Stieltheile meist noch etwas gestreckt erscheinen, während sie im oberen Theile mehr abgerundet sind und in ihrer Convergenz nach einem Mittelpunkte, der meist etwas seitlich herabgeschoben ist, zeigen, dass hier der Vegetationspunkt stehen geblieben, indess sich die umgebenden Zellen noch ein wenig weiter ausgebildet haben, aber ohne dass irgend eine Anlage des Archespores zu finden wäre. So findet es sich bei den Staminodien von Streptocarpus, Tetranema mexicanum, Russelia, Monarda, Martynia u. a. In manchen Fällen wird dann dies Gebilde auf dem sich verlängernden Stiele mehr oder minder in die Höhe gehoben wie die vorderen Staminodien von Gratiola, bei Eccremocarpus scaber, Catalpa; oder es erfährt eine weitere Umbildung durch Verbreiterung seines Stieltheiles, so dass dann das ganze Gebilde eine mehr dreieckige, flach blattartige Gestalt annimmt, wie die Staminodien von Linum, Erodium und zum Theil auch bei Gesneraceen.

Eine andere Stufe der Umbildung besteht weiterhin dadurch, dass sich die eine oder andere Zelltheilung, welche sonst zur normalen Staubblattbildung führt, einstellt, das Staminodium aber auf dieser unterbrochenen Stufenreihe stehen bleibt. Dabei nun sind grosse Verschiedenheiten möglich. Es kann sich nur mehr die Archespormutterzelle differenziren und ohne dass sich die Wandschichten weiter ausbildeten oder in der Archespormutterzelle sich noch weitere Theilungen einstellten, bildet sich das Ganze aus und um, wobei die Archespormutterzelle nur mehr als eine etwas grössere, mit Plasma reicher gefüllte Zelle kenntlich bleibt.

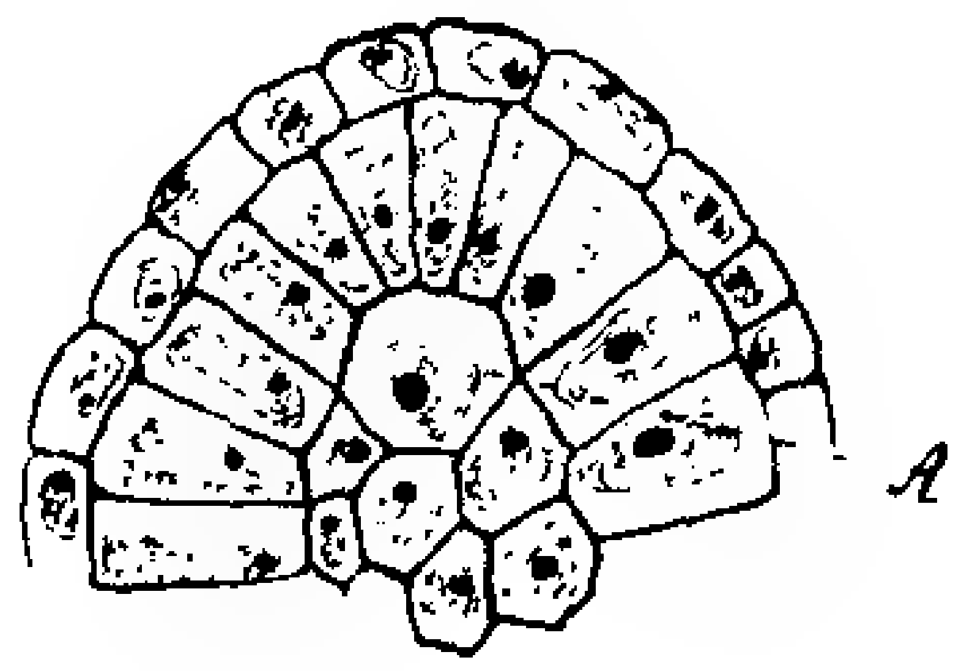


Fig. 1. Cassia occidentalis L. Querschnitt durch das fünfte episepale Staubblatt, wo die Wandschicht nur mehr eine Zellreihe gebildet, während das Archespor A völlig ungetheilt blieb. Vergrösserung 670/2.

Des Oefteren aber treten noch mehr Theilungen auf und man kann ein Stillestehen der Entwickelung auf allen Stadien der normalen Theilung finden. Nach Aussen hin zeigen sich dann diese Bildungen durch die entsprechenden Einschnürungen an den Primordien, sei es nun ganz nach Art der Staubblätter, wie z. B. bei Boronia aus der Gruppe der Heterandrae, wo die Staminodien so sehr in der äusseren Gestalt Staubblättern ähnlich sehen, dass sie vielfach als die grösseren, längeren Staubblätter betrachtet wurden, oder auch in geringerem Masse, wie es z. B. bei Antirhinum oft der Fall ist. Bei Boronia megastigma Nees. weisen Staubblatt und Staminodium auf gleich junger Entwickelungsstufe die gleichen Zelltheilungen auf, nur ist beim Staminodium das Archespor bereits merklich kleiner und verändert sich im Laufe der Ausbildung das ganze Gebilde durch wiederholte Theilungen so, dass im fertigen Staminodium keine Aehnlichkeit der Zelltheilung mit dem Staubblatt zu sehen ist.

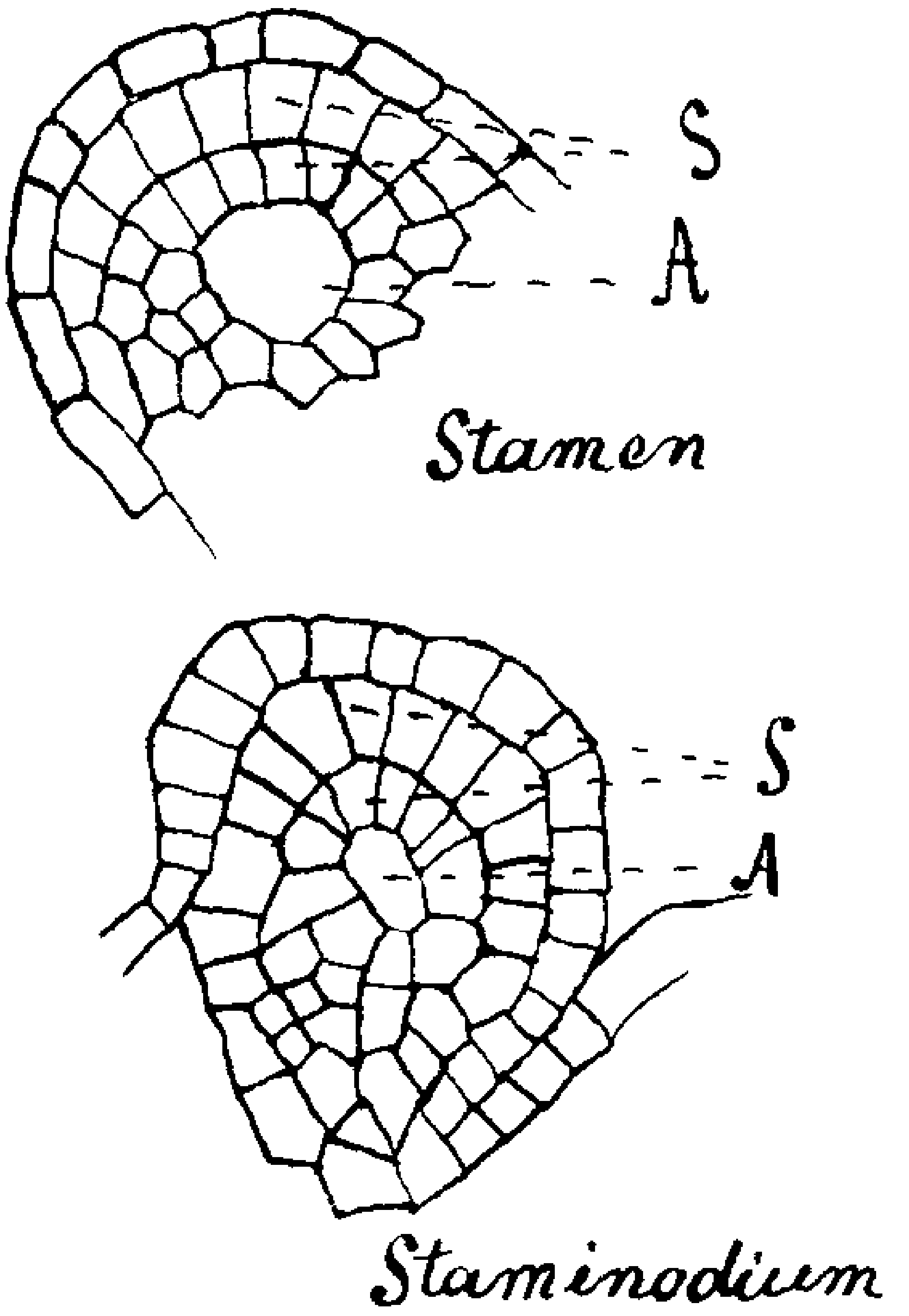


Fig. 2. Boronia megastigma Nees. Querschnitt durch Staubblatt und Staminodium; S die Schichtzellreihen, A das Archespor. Vergr. 500.

Ebenso fanden sich bei Cassia occidentalis, Antirhinum majus, Pulsatilla in den Staminodien noch vielfach die Zelltheilungen, welche der Schichtzellenbildung entsprechend sind, aber das Archespor trat nicht mehr deutlich und auffällig hervor, sondern war in seiner Grösse den Zellen der Umgebung gleich. Bei Pulsatilla vulgaris liess sich ferner ein Fall beobachten, wo sich alle normalen Zelltheilungen eingestellt hatten, aber nachträglich hatten sich Endothecium, Schicht- und Tapetenzellen auffällig vergrössert, während das Archespor verhältnissmässig klein geblieben war und weitere Theilungsvorgänge in ihm nicht mehr eingetreten waren.

In einem anderen Falle zeigte das Staminodium von Pulsatilla vulgaris noch das Endothecium mit ausgebildeten Verdickungsleisten, eine Schichtzellenreihe ohne Tapetenzellen und inmitten ungetheilt das Archespor als eine auffallend grosse, plasmareiche Zelle mit sehr grossem Zellkerne.

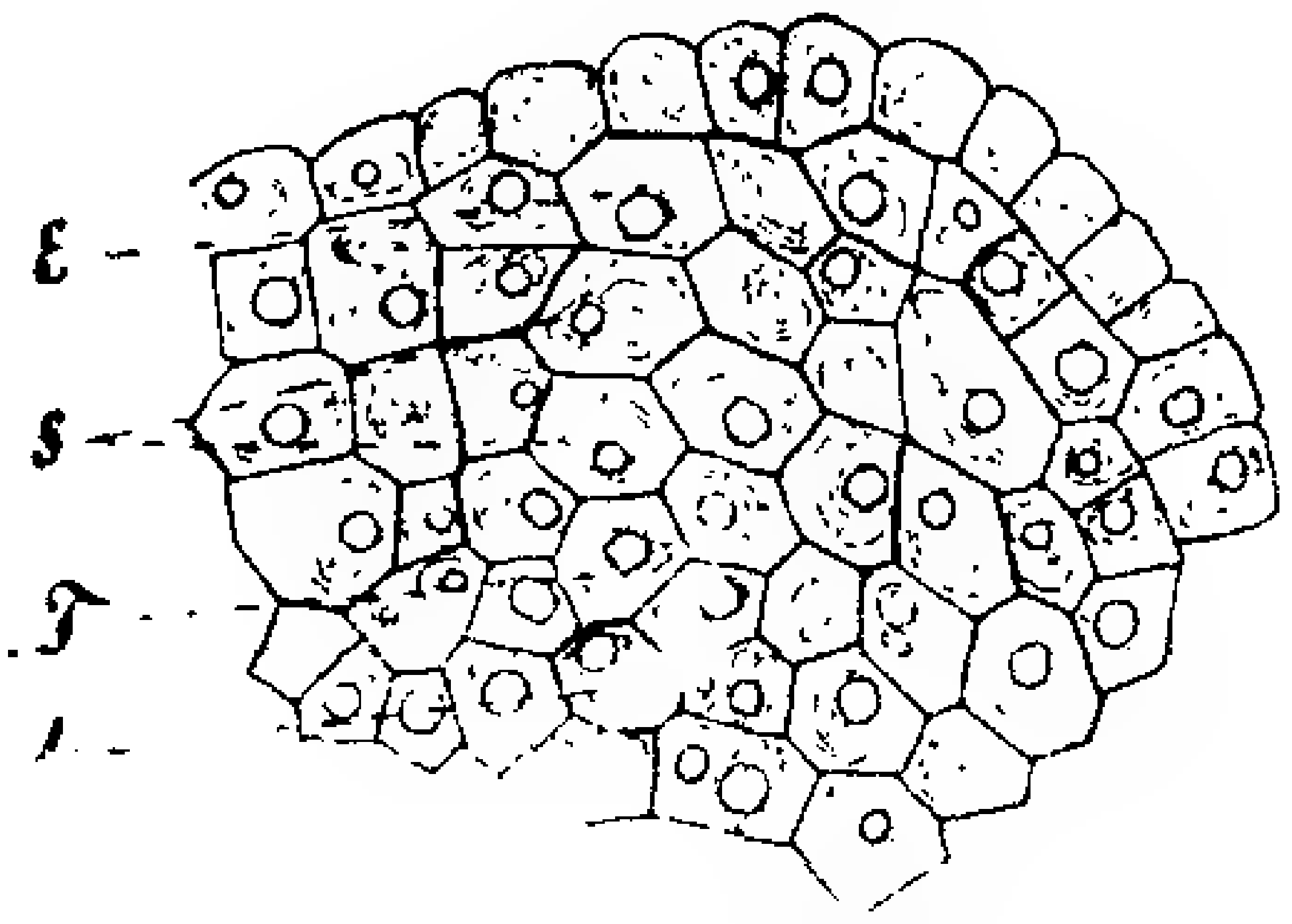


Fig. 3. Pulsatilla vulgaris Mill. Querschnitt durch ein Staminodium; A Archespor, T Tapetenzellreihe, S Schichtzellen, E Endothecium. Vergr. 670/2.

Cassia occidentalis wies den Fall auf, dass sich die Schicht- und Tapetenzellreihen durch radiale und tangentiale Wände so zahlreich vermehrt hatten, dass das Archespor aus seiner normalen Lage verdrängt wurde und sich an Grösse kaum mehr von den übrigen Zellen unterschied.

Aehnlich war es bei Boronia heterophylla. Die Schichtzellen hatten sich bedeutend vermehrt und vergrössert und dadurch das Archespor zur Seite gedrängt und verkleinert, so dass es unfähig wurde zur Pollenbildung oder in einem beobachteten Falle nur eine geringe Anzahl von Pollenkörnern (etwa 16) bilden konnte.

Als nahezu völlig normale Ausbildung dürfen wir wohl jene Fälle bezeichnen, wo die Antheren sich regelmässig bilden, aber um ein Bedeutendes kleiner bleiben als die vollständig normalen, wie es bekannt ist von Cassia, Salvia officinalis, Calceolaria chelidonoides u. a. Commelina coelestis besitzt nur mehr zwei ganz kleine Antheren an seinen Staminodien und bei Salvia verticillata fand sich einmal an der sonst sterilen Staubblatthälfte ein kleines Loculament ausgebildet mit wenig normalen Pollenkörnern. In jenen Fällen, wo das Staminodium zum Secretionsorgane wird, stellt sich ebenfalls eine der normalen Archesporbildung gleichende Zelltheilung ein, aber diese Theilung strebt zuletzt in entgegengesetzter Richtung der Epidermis zu und es nehmen dann manchmal auch noch die Epidermiszellen an dieser Umbildung Theil, indem sie sich verlängern und so die Ausführungsgänge für das Secret werden (Cassia, Pulsatilla).

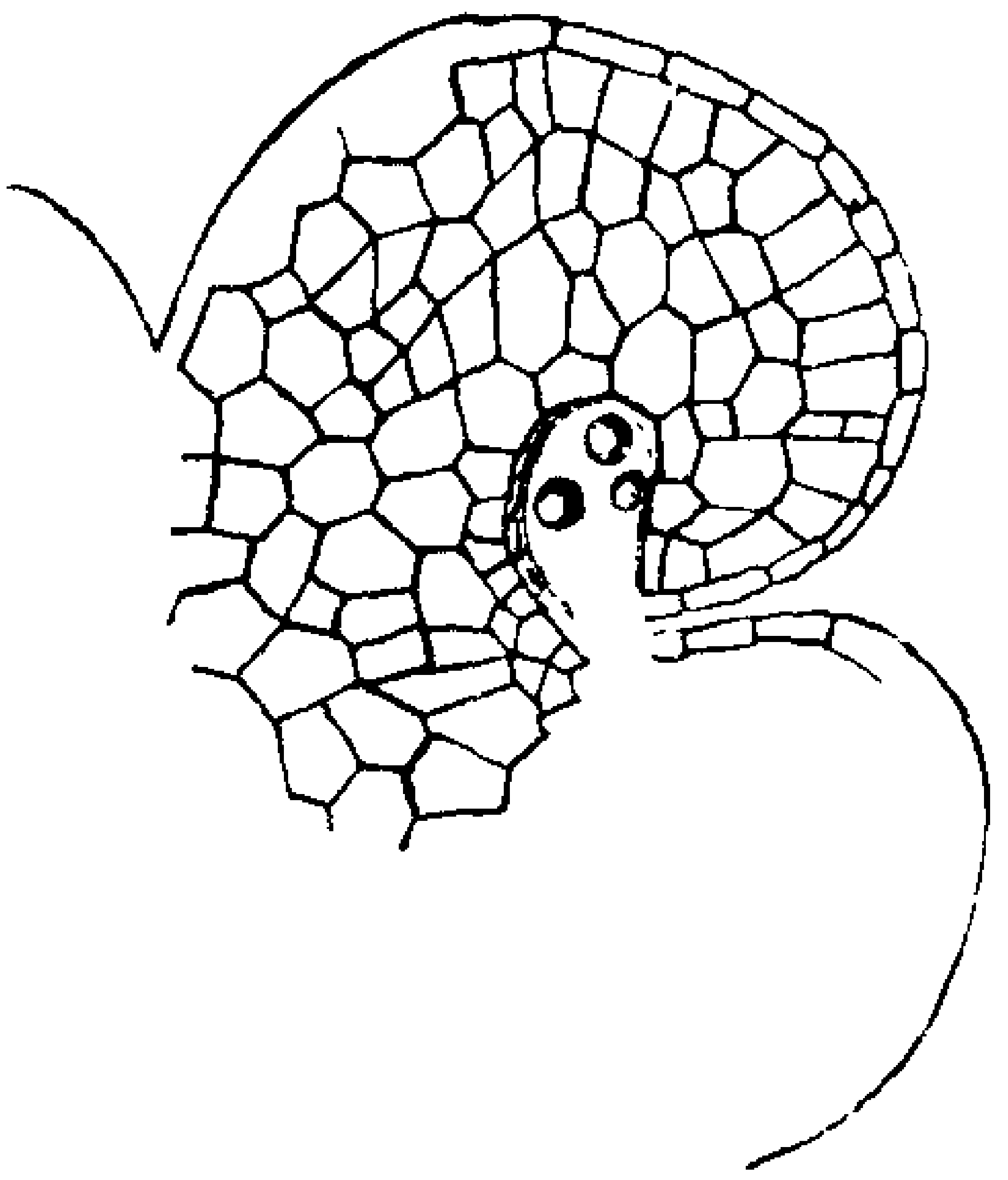


Fig. 4. Boronia heterophylla F. Müll. *Querschnitt durch ein Staminodium mit rudimentär kleinem Loculamente.* Vergr. 670/2.

Als weitgehendste Umbildung muss wohl jene Erscheinung betrachtet werden, wo die Staminodien zu petaloiden Gebilden werden, in denen keine oder nur undeutliche Spuren von irgend einem Reste der Antherenbildung wahrzunehmen sind (Scrophularia, Erodium, Trollius u. a.).

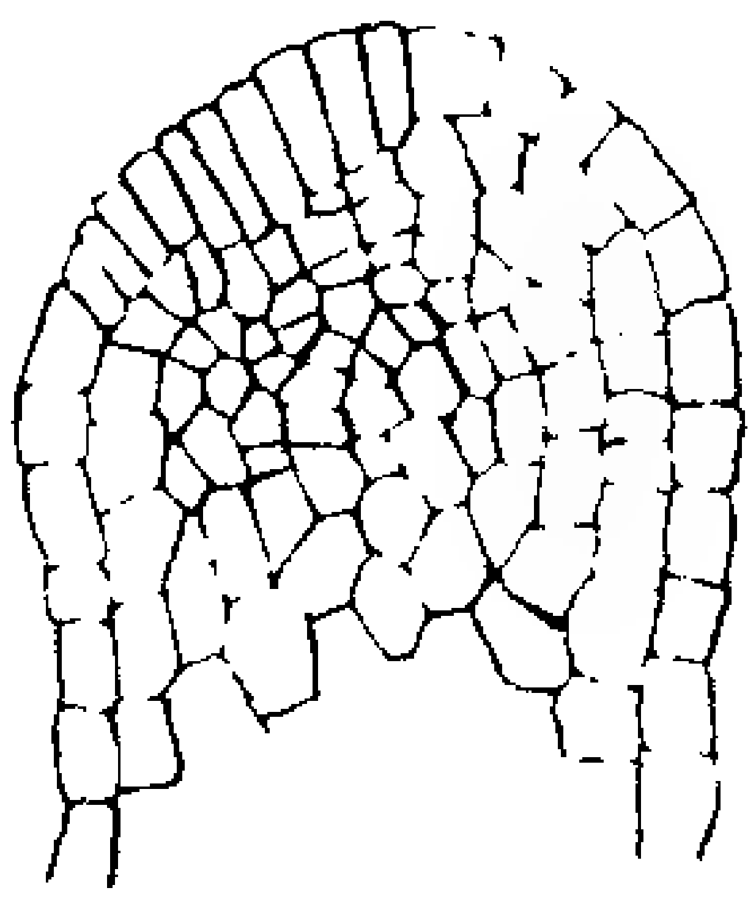


Fig. 5. *Cassia occidentalis* L. Längsschnitt durch das fünfte episepale Staubblatt, um das Sekretionsgewebe zu zeigen. Vergr. 500/2.

Was nun den Zweck betrifft, welchen die Staminodienbildung anstrebt, so stehen sich zwei Ansichten gegenüber. H. Müller[1]) und Heinricher[2]) bezeichnen sie als nutzlose Organe, während Kerner v. Merilaun sagt: „Ich leugne, dass von einer Pflanzenart irgend etwas aufgebaut wird, was für sie nicht von Vortheil, was nicht geradezu nothwendig ist. Auch jene Organe, welche man so häufig als „verkümmert“ bezeichnet, sind für das Leben der Pflanze nicht

1) Schenk, Handbuch der Bot. I. Band.
2) Oesterreich. bot. Zeitschrift 1894 Nr. 2.

bedeutungslos, werden vielmehr gerade in dieser nur scheinbar verkümmerten Form zur Wohlfahrt des Ganzen ausgebildet und könnten ohne Nachtheil nicht entbehrt werden". Die Frage in bestimmter Weise zu entscheiden, dürfte wohl vorab noch unmöglich sein, da einerseits bei vielen Pflanzen eine genaue, directe Beobachtung der Bestäubungsvermittelung, um die es sich bei den meisten derartigen Organen wohl handeln dürfte, sehr erschwert ist und anderseits sich eine feste Grenze zwischen Hemmung und Umbildung nicht ziehen lässt. Sicher aber scheint zu sein, dass diese Erscheinungen in gewisser Correlation stehen mit dem Bau des ganzen Blüthenstandes. Einen Beweis dafür liefern jene Beobachtungen, wo festgestellt ist, dass mit dem Regelmässigerwerden des Blüthenbaues auch die sonst verkümmernden Organe regelmässiger, ja normal werden; und die weitere Thatsache, dass constante Umbildungen ausschliesslich nur bei Insektenblüthlern beobachtet wurden, während Hemmungen auch bei Windblüthlern sich finden. Somit halte ich die Annahme, dass den umgebildeten Staubblättern eine für den Zweck der ganzen Blüthe nützliche Aufgabe zugefallen ist, für berechtigt, wenn wir auch in manchen Fällen dieselbe noch nicht klar erkennen können. Als solche Aufgaben möchte ich nun bezeichnen: Vergrösserung des Schauapparates, mechanische Zwecke besonders die Direction des Bestäubungsvermittlers, und die chemische Aufgabe der Secretlieferung — dreierlei Zwecke, die getrennt für sich bestehen können, aber auch vereint bei demselben Organe vorkommen. Für die Staminodien von Loasa hispida L. z. B. gibt Urban[1]) an, dass die drei äusseren eines jeden episepalen Staminodienbündels zu einem mit den Petalen abwechselnden Honigbehälter umgebildet werden, während die zwei inneren, aus breiterer Basis allmählich pfriemenförmig zugespitzten, schwach S-förmig gekrümmten Staminodien als ein Schopf von 10 bleichrosa gefärbten Fäden über der Mitte des Sternes hervorragen. Sie dienen im ersten Stadium der Anthese theils durch ihre Färbung als Anlockungsmittel, theils als Schutzdach für die jugendliche Narbe, theils als Stützpunkt für das besuchende Insekt; weiter unterwärts geben sie dann noch dem Rüssel der Besucher die Direction nach dem Honig hin. Ihre wichtigste Aufgabe aber besteht wohl darin, dass sie in den nach abwärts gerichteten Blüthen das Herauslaufen des Honigs verhindern, zu welchem Ende sie auf dem Rücken mit feinen, papillenförmigen Haaren dicht besetzt sind.

---

1) Jahrb. d. k. b. Gartens IV. Bd. 1886 p. 373.

Darauf hingewiesen sei hier auch, dass bei Blüthen mit vielen Staubblättern und Staminodien der Uebergang von einem zum anderen nur ein allmählicher ist: Reduction der Antherenfächer in Grösse und Zahl, einseitige Ausbildung derselben, Verschiebung aus der normalen Lage sind solche Uebergangsformen, wobei dann noch vielfach Veränderungen der Gefässbündel, Filamente und Connective sich einstellen. Schliesslich sei noch bemerkt, dass in jenen Fällen, wo noch Pollen in den reducirten Staubblättern gebildet wird (Cassia, Commelina, Salvia officinalis u. a.), derselbe immer in gleicher Grösse wie in den vollständig normalen Staubblättern auftritt, wenn auch oft mit beträchtlicher Verminderung der Anzahl der einzelnen Pollenkörner. Bei Cassia occidentalis z. B. trieben die Pollenkörner aus den kleineren Staubblättern in 10proc. Zuckerlösung ebenso Pollenschläuche wie jene aus den grösseren Staubblättern.

Nach diesen mehr allgemeinen Bemerkungen will ich zur Beschreibung der einzelnen untersuchten Fälle übergehen.

Acanthaceae. Hiebei sind nach Eichler fünf Staubblätter typisch, aber normal wenigstens das eine unpaar-hintere staminodial oder fehlend. Bei vielen untersuchten Arten war nichts mehr von einem fünften rudimentären Staubblatt wahrzunehmen, bei anderen dagegen liess es sich deutlich beobachten. Bei Aphelandra aurantiaca Lindl. ist das Staminodium meist ein ganz kleines Gebilde, das nach Art der Staubblätter und in fast gleicher Höhe mit ihnen ziemlich breit inserirt ist und dann mit einer kleinen Krümmung ganz spitz verläuft, mit einer einzigen periklinen Zellreihe als letzte Spur eines Archesporanfanges. Doch finden sich auch Blüthen, in denen das Staminodium ungefähr die halbe Länge der Staubblätter erreicht, ohne dass auch in diesen Fällen eine deutlichere Anlage der Antheren zu sehen wäre.

Bei *Barleria strigosa Willd.* dagegen ist das Staminodium weiter ausgebildet. Es hat seine Stellung in der Mitte der beiden kürzeren Staubblätter und ist diesen sehr ähnlich gebaut: das Filament wenig behaart, die äussere Form der Antheren noch deutlich sichtbar, aber kleiner. Im Querschnitt zeigen sich noch die Anfänge zur Archesporbildung durch die periklinen Zellreihen, aber zur Ausbildung des Archespores kam es nicht mehr. Die beiden hinteren, kürzeren Staubblätter fand ich bei den wenigen Blüthen, die mir zur Verfügung standen, stets nach der Art der normalen Staubblätter ausgebildet mit weniger, aber normalen Pollen.

Bei *Barleria flava Jacqu.* finden sich die drei Staminodien als etwa 0,5 mm lange dreieckige Spitzchen aus gleichmässig viereckigen

Zellen bis oben gebildet ohne irgend eine Andeutung einer restigen Antherenanlage. Die Gebilde sind an der Spitze mit ungefähr 1 mm langen Haaren besetzt und fügen sich demgemäss in den Haarkranz genau ein, der den untersten Theil der Kronenröhre verschliesst. Bei *Eranthemum nervosum R. Br. (Daedalaceanthus nervosus T. Anders)* sind die beiden oberen Staubblätter staminodial ausgebildet. Sie haben die Form einer kleinen, oben rundlich verdickten Keule und sind in ihrem ganzen Baue aus mehr gleichmässigen, gestreckt viereckigen Zellen zusammengesetzt bis zur Spitze, wohin auch der kleine Gefässbündel sich noch zieht. An den beiden Stellen, wo die kleinen Ausbuchtungen sich finden, besteht ein Rest der Archesporanlage indem bogenförmig sich zwei deutliche, perikline Zellreihen finden, die nach unten zwei bis drei grössere Zellen einschliessen, welch' letztere sich dann an die senkrechten Zellreihen des übrigen Theiles anschliessen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese beiden Staminodien im Verein mit der Drehung des Pistilles von rückwärts nach vorne zur Direction der Insekten dienen, da sie bei dem mit regelmässigerer Blumenkrone ausgestatteten E. tuberculatum Hock. fehlen, doch tritt auch Selbstbestaubung ein gegen Schluss der Blüthezeit durch Anlegen der Narbe an eines der Staubblätter.

Atragene alpina L. Hier finden sich von Innen nach Aussen alle Uebergänge vom Staubblatt zum petaloiden Staminodium. Erst verbreitert sich das Filament und das darin verlaufende Gefässbündel wird grösser und verzweigt sich, die Antheren werden mehr und mehr in die Höhe gerückt und seitlich gedrängt durch Verbreiterung des Connectives und abnehmend kleiner, aber noch mit normalem Polleninhalt. Schliesslich deutet nur mehr eine kleine, etwas verdickte, pollenlose Stelle die Anlage der Anthere an, bis zuletzt ein rein petaloides Staminodium gebildet wird. Die von H. Müller[1]) angegebene Einrichtung zur Fremdbestäubung, dass nämlich die Carpiden sich so weit über die Staubblätter erheben sollten, dass ein Auffangen des Pollens der gleichen Blüthe unmöglich sei, konnte ich nicht beobachten. Die Bienen, welche zahlreich die Blüthen besuchten, bohrten sich seitlich zwischen den Staubblättern ein, ohne die Carpiden zu berühren, und der durch diese Bewegung ausgeschüttelte Pollen konnte leicht die Narben der eigenen Blüthen bestäuben. Auch so reift das grosse Exemplar des hiesigen botanischen Gartens alljährlich reichliche, keimfähige Früchte.

---

1) **Alpenblumen p. 124.**

Bignoniaceae. Catalpa bignonioides Walt. mit grossen, weissen blaugetupften Blumenblättern, deren fünf Zipfel sich zweilappig trennen, besitzt zwei Staubblätter und drei Staminodien. Schon bei den normalen Staubblättern differenzirt sich das Zellgewebe der Archesporanlage nur wenig von dem sterilen Gewebe und ist nur durch den auffälligen Plasmagehalt erkenntlich. Immerhin aber kann man auch in den jungen Staminodien reich plasmatische Zellpartien erkennen, welche senkrechte Zellwände durch zwei Periklinen zeigen, und besonders das mittlere der drei Staminodien zeigt oftmals auch äusserlich noch die allgemeinen Umrisse der Staubblätter. Die Staminodien stehen — die zwei seitlichen mit ihrem gebogenen Filamente sich über dem Pistille kreuzend und das hintere sich quer darüber legend — so, dass sie ein aus drei Balken gebildetes Dach bilden, welches dem besuchenden Insekte den Eintritt verwehrt und es so direct auf die untere etwas ausgebauchte Seite zum Nektarium leitet. Da die Blüthe stark proterandrisch ist, so dass die Antheren schon offenen Pollen darbieten, noch ehe die Blumenblätter sich entfaltet haben, während das Pistill sich erst nach dem Abstäuben der Antheren abwärts neigt bis über die Mitte des Blütheneinganges, so ist Kreuzungsvermittelung nothwendig, welche im hiesigen botanischen Garten mit Erfolg durch die Honigbiene bewirkt wurde. Kopf und Mesothorax des Insektes wurden dabei dicht mit Pollen bepudert. Die Saftmale, welche anfangs durch ihre gelbe Färbung stark von dem blaugetupften, weissen Blumenblatt sich abheben, nehmen bald nach der Bestäubung von Aussen nach Innen zu eine bräunliche, von der übrigen Färbung nicht mehr abstechende Farbe an. Zwei Hummelarten versuchten ebenfalls in die Blüthen zu dringen, aber der Eingang war ihnen zu enge, Wespen und Pieriden flogen, die zahlreichen Blüthenstände nicht beachtend, vorüber. Auch die Honigbienen nahmen oft mit dem Secrete der Kelchblätter an den ungeöffneten Knospen vorlieb, ohne die geöffneten Blüthen zu besuchen.

Bei einer anderen untersuchten Bignoniacee *Eccremocarpus scaber Ruiz et Pav.* befindet sich das Staminodium ganz auf der Stufe des Primordiums, ein ganz kurzes, kegelförmiges Gebilde, das oftmals kaum mehr zu sehen ist. Einmal war auch das dritte Staubblatt zu ähnlicher, nur etwas gestielter Form reducirt.

Boronia crassifolia Bartl.; elatior Bartl.; heterophylla F. Müll.; megastigma Nees. Vier Vertreter der Gruppe Heterandrae, von denen Bentham in seiner Flora australensis[1]) sagt: „Sepaline anthers different from the others and often imperfect". Ich habe nun bei all diesen untersuchten Arten gefunden, dass die episepalen Staubblätter als Staminodien betrachtet werden müssen; sie haben wohl noch die äussere Gestalt der Staubblätter, sind aber um ein Bedeutendes grösser als die normalen inneren, stehen auf längerem Filamente mehr aufrecht in der Blüthe, während die eigentlichen Staubblätter auf gekrümmtem Filamente mehr unter der Narbe verborgen liegen, und unterscheiden sich auch durch ihre purpurne bis dunkelbraune Färbung. Sie sind regelmässig pollenlos; unter mehr als hundert untersuchten Blüthen fand sich nur ein einziges Mal ein kleines Loculament mit wenig Pollen ausgebildet. Wie schon im allgemeinen Theile hervorgehoben wurde, durchlaufen die Staminodien genau die Anfangszelltheilungen der normalen Staubblätter, aber dann entwickelt sich das Archespor nicht weiter, sondern durch vermehrte Zelltheilungen wird ein homogenes Gewebe gebildet, das im fertigen Zustande keine Aehnlichkeit mehr besitzt mit dem normalen Staubblatt. Gegenüber den Angaben von Baillon und Eichler, dass die epipetalen Staubblätter die antherenlosen, sterilen seien, sei bemerkt, dass es stets die episepalen sind, welche staminodial werden auch bei crassifolia, wo auch Bentham bemerkt: „Stamens 4 opposite the petals shorter and less perfect." Die Aufgabe dieser Organe dürfte vielleicht darin zu suchen sein, dass sie als besondere Duftorgane für die Pflanze umgebildet wurden, wofür der reiche Inhalt an Oeltröpfchen spricht.

---

[1]) p. 307 ff.

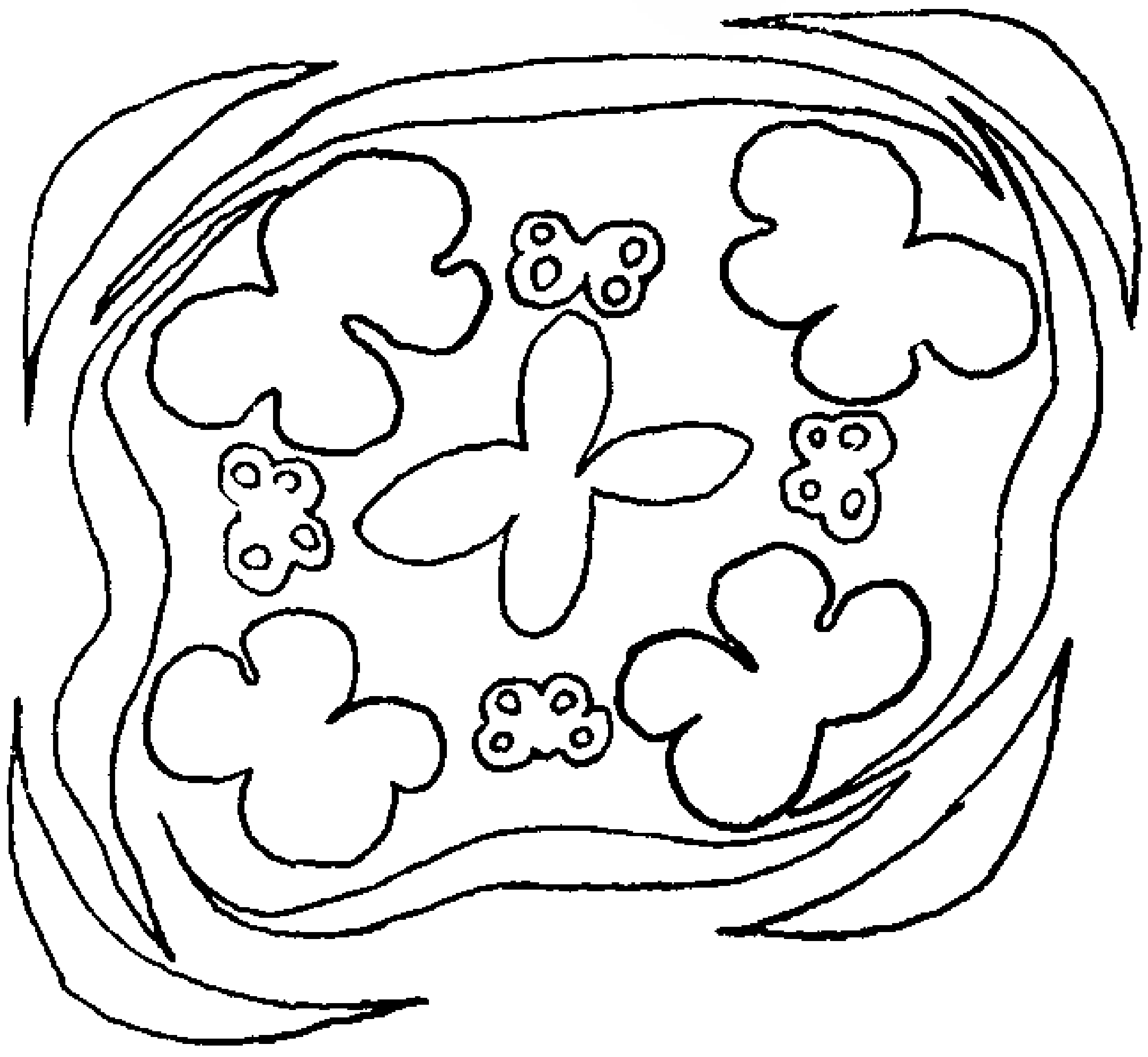


Fig. 6. Boronia crassifolia Bartl. Blüthenquerschnitt um Lage und Grössenverhältniss der Staminodien zu zeigen. Vergrösserung 30.

Cassia occidentalis L. Eine in der Ausbildung des Androeceums sehr wechselnde Caesalpiniacee, indem nur zwei Paar Kronstaubblätter sich ausbilden können oder auch die fünf Kronstamina und zwei Kelchstamina fertil werden können, wenn auch durch ungleiche Grössenverhältnisse sehr verschieden. In all den reducirten Staubblättern nun war stets eine der Archesporbildung ähnelnde Differenzirung der Periblemschicht durch zwei bis drei perikline Theilungen nachweisbar. Selbst das am meisten reducirte fünfte episepale Staubblatt zeigt in jungen Stadien diese Theilungen, die sich indess später zu einem

Drüsengewebe umformen, wie auch in all den übrigen Staminodien jene Zellpartien, wo diese Theilungen eingetreten waren, im ausgewachsenen Zustande ganz das Aussehen von Drüsenpartien boten. Da zudem noch zwischen den Staubblättern auf dem Blüthenboden sich kleine, aber wohl entwickelte Drüsen finden, so braucht das besuchende Insekt nicht bloss Pollen zu nehmen, wie H. Müller angibt, sondern es kann auch anderweitige Beköstigung finden. Uebergänge liessen sich insoferne leicht nachweisen, als Staminodien noch ganz die äussere Form kleiner Staubblätter tragen, ohne im Innern irgend Pollen zu bilden, und anderseits auch Staubblätter auftreten, welche noch das eine oder andere Loculament ausgebildet haben, während die übrigen noch eine Reihe entsprechender Zelltheilungen aufweisen, ohne dass Pollen wirklich gebildet worden wären.

Ebenso verhielt es sich mit der Bildung der Staminodien bei den übrigen untersuchten Arten: C. acuta Meyen, Reinwardtii Hassk., Sophera L. und Tora L.

Commelineae. Es gelang mir nicht, infolge des fehlenden Materiales, bei *Commelina coelestis Willd.* die Bildung der Staminodien bis in die jüngste Entwickelungsstufe zurück zu verfolgen, aber so viel scheint mir gewiss zu sein, dass eine Correlation zwischen den normalen Staubblättern und den umgebildeten besteht. Letztere sind bekanntlich Gebilde, welche vier rundliche Ausbuchtungen zeigen, von denen die einen mehr in die Länge gestreckt sind, während die anderen mehr kugelige Gestalt besitzen. Zwischen je zweien dieser Gebilde sitzt eine kleine Theke mit Pollen. Aehnlich zeigen aber auch die normalen Staubblätter, etwas tief bei den Antheren quer geschnitten, bereits die Anlage dieser Ausbuchtungen, nach vorne mehr rundlich gestaltet, nach rückwärts spitz verlaufend. Es scheint mir nun wahrscheinlich, dass in den Staminodien diese Ausbuchtungen erweitert und vergrössert werden, während die Anthere reducirt wird. Ihre Aufgabe ist, wie H. Müller angibt, die Vergrösserung des Schauapparates durch die goldgelb gefärbten Staminodien auf dem dunkelblauen Hintergrunde der Petalen. Der Pollen aber ist gegen seine Angabe dem Pollen der normalen Antheren gleich, wenn auch in viel geringerer Anzahl gebildet. Bei *Tinnantia fugax Scheidw.* sind die drei oberen Staubblätter nur etwas mehr gebuchtet als die drei tiefer liegenden, aber überall vier Loculamente mit gleichmässigem Pollen.

Dalechampia Rözliana Müll. Arg.[1]) Eine Euphorbiacee mit drei tiefstehenden weiblichen Blüthen und mehreren oberhalb befindlichen

---

1) Urban, Jahrbuch des k. bot. Gartens IV 1886, p. 254.

männlichen Blüthen. Der hintere Theil der männlichen Inflorescenz aber stellt ein gelb gefärbtes Polster dar, welches aus kleinen, stumpfen, dicht gedrängten Stäbchen besteht, die in grosser Anzahl flachblattartigen Organen aufsitzen. Von diesen Organen findet man gewöhnlich zwei auf der Hinterseite mit ihren Rändern nach rückwärts gekrümmt und unterwärts bisweilen mit einander verwachsen, die zwei grösseren rechts und links, nach vorn gekrümmt und gewöhnlich zwei kleinere halb umschliessend, ausserdem noch, weiter nach der Terminalblüthe hin einige kleinere in unbestimmter, aber meist geringerer Anzahl. Ueber die morphologische Bedeutung dieser Gebilde bestehen zwei Meinungen. Baillon hält sie für umgebildete Bracteen, Müller Arg. und Bentham nehmen sie als deformirte männliche Blüthen, Urban nimmt an, dass diese Stäbchen umgebildete Antherenhälften darstellten.

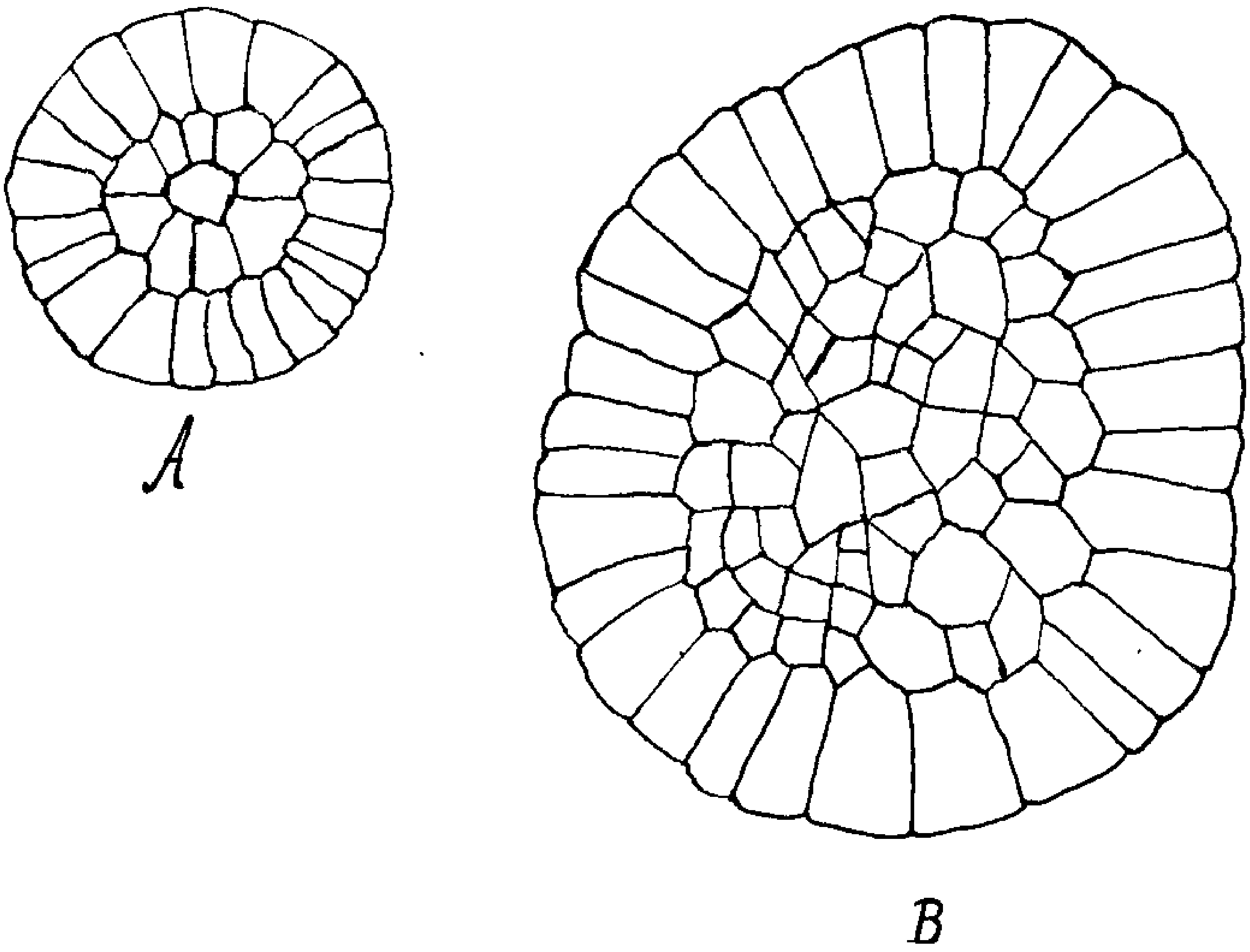


Fig. 7. Dalechampia Rözliana Müller Arg. A Querschnitt durch eine Stipulardrüse an der Seite der Deckblätter; B Querschnitt durch eines der Stäbchen aus dem Drüsenpolster der Blüthe. Vergr. 350.

Nach meinen Untersuchungen möchte ich keiner der beiden Ansichten beipflichten, sondern diese Gebilde als einfache Drüsenemergenzen betrachten, die hier in so grosser Anzahl gehäuft sind, um einerseits den Schauapparat der Blüthe zu vergrössern und anderseits durch reichliche Secretion die Bestäubungsvermittler anzulocken. Die Gründe für meine Ansicht sind: 1. Man kann auch in den jüngsten Stadien der Entwickelung keine Aehnlichkeit in der Zelltheilung finden, welche der normalen Antherenentwickelung entspräche — das später so lang gestreckte Röhrenepithel ist in der Jugend noch nicht besonders auffällig entwickelt, innerhalb dieser Zellreihe geht dann eine weitere Reihe gleichmässiger Zellen rings um das ganze Gebilde herum, woran sich nach innen zu regellos die weiteren Zellen anschliessen — eine Bildung, welche von der Antherenentwickelung ganz abweicht, aber fast genau gleich ist mit der Bildung jener Stipulardrüsen, die — zu dreien gestielt oder auch fast sitzend — an jeder Seite der grossen Hüllblätter stehen. — 2. Kann man bei Vergleichung mehrerer Dalechampia-Species so ziemlich alle Uebergänge von der einfachen Drüse zu jenen bandartig vereinigten Trägern von D. Rözliana finden. — Bei D. tiliaefolia z. B. sind jene Gebilde hinter der männlichen Infloreseenz auf noch breiteren Trägern vereinigt, aber die einzelnen Zipfel sind länger ausgebildet und weiter nach unten noch getrennt als bei D. Rözliana; bei wieder anderen Arten, D. stipulacea z. B., finden sich neben den Stipulen der Laubblätter noch Drüsengebilde, deren einzelne Träger man sich nur verkürzt zu denken braucht und man hat ganz ähnliche Gebilde, wie in den Blüthen von D. Rözliana.

Wollte man diese Drüsengebilde als umgebildete männliche Inflorescenzen auffassen, so läge die Annahme, dass diese Gebilde umgebildete Perigonblätter darstellten, viel näher als die Annahme umgebildeter Antheren. Einerseits nämlich sind bei D. Rözliana selbst schon die normalen Perigonblätter oben verdickt und von drüsenartigem Aussehen und anderseits findet man Dalechampia-Species, bei denen die Perigonblätter der weiblichen Inflorescenz reichlich an ihren oberen Rändern und den Seiten solche zipfelförmige Drüsen tragen, wie sie bei D. Rözliana sich an den fraglichen Gebilden finden.

Bei *Erodium cicutarium L.* und *E. Manescavi Coss.* ist das Staminodium ein kleines dreiseitig flaches Gebilde, das an seiner Spitze kaum mehr eine Spur von einer Antherenbildung trägt. Die ganze Bildung besteht nur aus zwei Querzellreihen mit einer kleineren mehrzelligen Partie in der Mitte und ist somit dem untersten Theile der normalen Staubblattfilamente entsprechend.

Gesneraceae. Alle die untersuchten Gesneraceen (Achimenes, Gesnera, Columnea, Isoloma, Dicyrta, Dolichodeira, Streptocarpus) stimmen insoferne überein, als das Staminodium auf ein ganz kurzes Gebilde reducirt ist, das in seinem oberen Theile immer noch die ersten Anlagen des Archespores aufweist, was sich in vielen Fällen auch äusserlich durch die stumpf vierkantige Antherenform kund gibt. Das Staminodium steht vor der Ausbuchtung am Grunde der Blumenkrone, wobei es meist mit breiterem Filamente versehen ist, das bei Dolichodeira tubiflora ganz breit dreiseitig geworden ist und den Eingang der Ausbuchtung fast ganz verschliesst. Bei Achimenes wechselt die Grösse des Staminodiums schon bedeutend, es legen sich öfters sogar in der dem Endothecium entsprechenden Zellreihe noch Verdickungsleisten an, und bei Isoloma sp. war das fünfte, sonst staminodiale Staubblatt in vielen Fällen gleich den übrigen normal ausgebildet, ohne dass die übrigen Blüthentheile sich irgendwie verändert hätten. Dasselbe vereinte sich mit den übrigen vier einseitig so, dass noch eine hinreichend grosse Zugangsöffnung für das besuchende Insekt blieb. Die Bedeutung der drei Staminodien von Streptocarpus (Rhexii, Wendlandii und polyanthus Hook.) blieb mir unaufgeklärt, obwohl ihre Stellung in der mittleren Höhe der Blüthenröhre und die Bergung des einen davon in eine kleine Ausbuchtung der Röhre so auffällig ist. Häufig waren die Blüthen gerade in dieser Höhe angebissen und einigemale waren rein weibliche Exemplare mit fünf gleich ausgebildeten Staminodien zu beobachten.

Hydrocleis nymphoides Buchenau. Eine Butomacee mit drei leichtvergänglichen, gelben Blumenblättern, die an ihrem Grunde je ein grosses, schwarzes Mal besitzen. Die scheinbar in drei Kreisen angeordneten Staubblätter sind hellgelb, während die äusseren Staminodien eine bräunlich-bläuliche Färbung besitzen.[1]) In diesen Staminodien war kaum ein Rest einer Antherenanlage nachzuweisen. Eine Zelle der äusseren Periblemschicht an der Stelle, wo die Antheren sich bilden sollten, war wohl oft grösser und hatte sich noch ein bis zwei Mal getheilt, aber ob das wirklich der Rest einer Archesporanlage sein könnte, wurde nicht klar, zumal auch bei der Bildung der normalen Anthere das sporogene Gewebe sich nicht gerade stark vom sterilen unterscheidet. Uebergänge vom Staubblatt zum Staminodium dadurch, dass nur mehr die eine Antherenhälfte sich fertil entwickelt, hat Ronte bereits verzeichnet. Die Filamente der Staubblätter sowie die Staminodien sind durchzogen von zahlreichen Intercellularräumen — meist je ein grösserer zu beiden Seiten des rautenförmig gedrückten Filamentes, mehrere kleine auf der Seite des Perianthes und wenige kleinere auf der Seite der Carpelle. Neben dem von Ronte bereits angegebenen Zwecke, dass diese Staminodien als strahlenförmiges Nectarium anzusehen seien, dürfte wohl die Bildung der zahlreichen Staminodien mit ihrer verschiedenen Färbung auch bedeutend dazu beitragen, dass der Schauapparat der ganzen Blüthe vergrössert wird, indem die dunkleren Staminodien von den hellgefärbten Blumenblättern sich stark abheben.

---

[1]) Ueber die Blüthenentwickelung vergleiche man H. Ronte, Beiträge zur Kenntniss der Blüthengestaltung einiger Tropenpflanzen, Flora 1891 p. 507.

Labiatae. Salvia glutinosa officinalis, patens, pratensis, Sclarea, silvatica, splendens, verticillata. Ueber die Salvienblüthe ist bereits viel geschrieben worden und doch haben kaum zwei Autoren (Correns und Bentham) der Staminodien Erwähnung gethan und ebenso fand sich kein Bericht über den inneren Zellenbau der sterilbleibenden Antherenhälften. Letztere bilden nämlich gleich dem normalen Theile noch die Anfänge zu einem Archespor. Ziemlich lange ist in dem sich entwickelnden Staubblatt auch im sterilen Theile ein Kreis grosser, mit Plasma reich gefüllter Zellen erkennbar, bis erst gegen Schluss der Entwickelung das Gewebe ein homogenes wird. Indess scheint die Zelltheilung meist nicht über die ersten zwei Periklinen hinauszugehen; die hypodermale Zellschicht bildet dabei noch öfters Verdickungsleisten aus, wenn auch in schwächerem Grade als das normale Endothecium. Ein Beweis für diese Anfangsbildung eines Archespores liegt auch darin, dass S. verticillata einmal auch in der sonst sterilen Hälfte ein kleines, mit wenig Pollen besetztes Loculament ausgebildet hatte.

Die eigentlichen Staminodien zeigen ebenfalls noch die Anfänge der normalen Staubblattbildung, wenn sie auch sehr bald auf diesem Wege stehen bleiben. Bei all den untersuchten Arten bilden die Querschnitte jugendlicher Stadien im Allgemeinen ein mehr dreieckigrundliches Gebilde, wenn sie auch nach den einzelnen Arten kleine Unterschiede bieten. An der einen breiteren Seite zeigen sich mehrere Zellreihen mit senkrecht aufeinander stehenden Wänden, während auf der anderen Seite nur eine oder zwei grössere Zellen gebildet werden. Auf letzterer Seite streckt sich dann das Gebilde, indess dasselbe auf der anderen Seite mehr abgerundet wird, und es zeigt sich in der Form allmählich deutlicher, dass auch das Staminodium nach dem Principe der Staubblätter angelegt ward, also eigentlich ein doppelter Hebelapparat, wenngleich der eine, rudimentär und viel kleiner, in der Salvienblüthe zu finden ist. In den grossblüthigen Formen von S. pratensis und in den am weitesten ausgebildeten Staminodien von S. glutinosa ist dies schon mit blossem Auge zu bemerken. Als Aufgabe der Staminodien mag zu betrachten sein, dass sie als Wegweiser für das besuchende Insekt dienen. Sie stehen nämlich gleich unter dem Eingange der Blüthenröhre und convergiren nach der Mitte zu, um so den empfindlichen Insektenrüssel in der Mitte hinabzuleiten. Bei S. glutinosa jedoch weichen sie von dieser Stellung ab und legen sich mit ihrer breiteren Fläche dem Hebelapparate der Staubblätter an, so dass sie gleichsam eine Gegenschlagplatte bilden für den derb gebauten Apparat. Correns[1]) bildet in seiner Arbeit über die Salvienblüthe das Staminodium von S. glutinosa ab; ich glaube aber, dass diese Form, so häufig sie auch vorkommt, nicht die am besten ausgebildete ist. Bentham sagt ferner von diesen Staminodien: Stamina superiora vix abortientia at parva, abbreviata, antheris sagittaeformibus, subcassis.[2]) In den am besten ausgebildeten Staminodien dieser Art fand ich allerdings auch des öfteren einen durch zerrissene Zellen begrenzten Hohlraum auf der rundlich breiteren Seite desselben, aber niemals Pollen darin und auch niemals Verdickungsleisten des Endotheciums, so dass ich es weniger für eine ausgebildete Anthere als für eine Drüsenumbildung halten möchte, zumal die umgebenden Zellen so eigenthümlich papillös gestaltet sind.

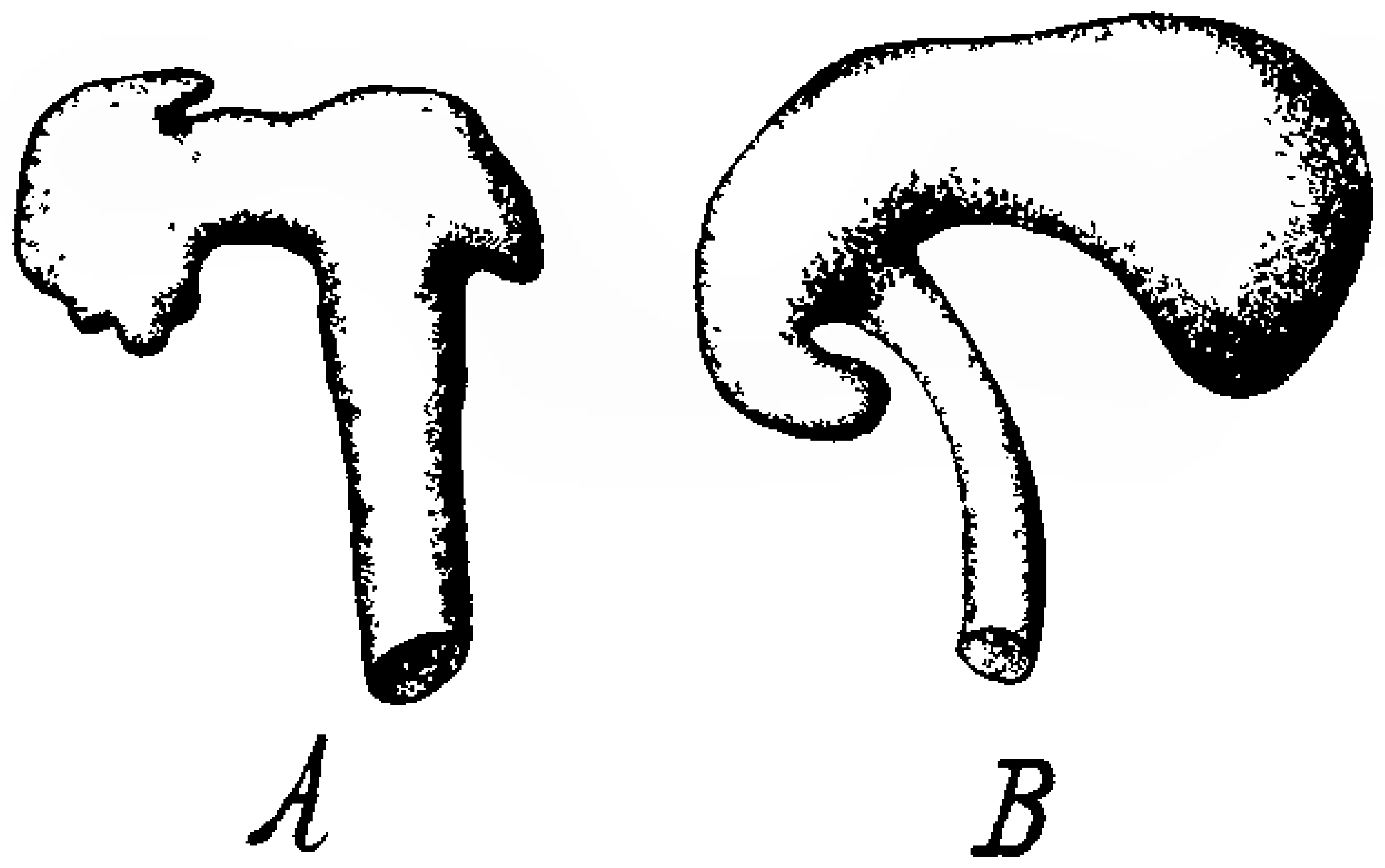


Fig. 8. Staminodien von S. glutinosa (A) und S. pratensis (B). Vergr. 10.

Rosmarinus officinalis L. zeigt zwei Staminodien von hammerförmiger Gestalt, auf der einen Seite rundlich geschlossen, an der anderen spitz verlaufend. Letzterer Theil entspricht in seiner ganzen Zellbildung genau dem verkümmerten Theile der normalen Staubblätter. Die Entwickelungsgeschichte der Staminodien konnte ich leider aus Mangel am nöthigen Materiale nicht verfolgen.

Linum usitatissimum L. Die Staminodien sind kleine, dreieckig zugespitzte, flache Gebilde zwischen den normalen Staubblättern, bald länger, bald kürzer und manchmal auch etwas verdickter, aber ohne eine nachweisbare Spur einer anfänglichen Archesporanlage.

Melandrium album und *rubrum Garke.* Die weiblichen Blüthen zeigen die Staubblätter noch ganz vollständig angelegt, auch mit den entsprechenden Anfangstheilungen zur Archesporbildung. Sie stehen als kleine, den normalen jugendlichen Staubblättern in der Form gleiche Gebilde auf dem Nectariumkranze, ohne Polleninhalt. Nach Schwendener werden sie durch das heranwachsende Gynaeceum zur Seite gedrückt und in ihrer Ausbildung gehemmt.

---

1) Correns, Zur Biologie und Anatomie der Salvienblüthe in Pringsheim's Jahrb. XXII p. 118.

2) Prodromus p. 276.

Morina longifolia Wall. Die beiden Staminodien sind kleine kurze Gebilde, welche noch die äussere Form der Antheren tragen. Der Anfang einer Archesporbildung durch mehrere Periklinen ist noch sichtbar; dabei ist das eine Staminodium häufig noch etwas weiter entwickelt als das andere, und auch etwas höher inserirt. Bei den innersten Blüten der einzelnen Quirle verkümmern theilweise auch die sonst normalen Staubblätter, so dass noch die Anlage des Archespores bis zur Theilung der Pollenmutterzellen zu finden ist, aber der Pollen doch nicht mehr gebildet wurde.

Onagraceae. Clarkia pulchella Pursh. Die vier epipetalen Staubblätter sind um die Hälfte kleiner als die episepalen und stehen tiefer, aber sie sind niemals ganz steril. Die Zelltheilungen gehen entsprechend der normalen Antherenbildung vor sich, schreiten aber nicht immer bis zur wirklichen Pollenbildung vor, indem das Archespor in der Entwicklung stehen bleibt, so dass häufig eine Reduction der Loculamente zu beobachten ist. Oftmals ist nur ein Loculament mehr ausgebildet, aber auch hinwiederum zwei und drei, oder auch alle vier, aber in ihrer Grösse und der Anzahl der gebildeten Pollenkörner wechselnd.

Lopezia coronata Andr. Bei den zu einem Ausstreueapparate umgebildeten petaloiden Staminodium war keine Spur einer Archesporbildung mehr zu entdecken. Penzig jedoch gibt in seiner Teratologie[1]) an, dass hier das eine oder andere der normal unterdrückten seitlichen Staubblätter gut ausgebildet gefunden wurde, entweder fertil oder als petaloides Staminodium, während auch das vordere Staminodium Antherenbildung zeigte, so dass in einer Blüthe bis zu drei fertile Staubblätter gezählt werden konnten.

Pulsatilla alpina, patens, pratensis, vernalis, vulgaris Mill. Alle Autoren (Goebel in Pringsheim's Jahrb. 17; Prantl, Morphologie und Systematik der Ranunculaceen in Engler bot. Jahrb. 17; Schulz in Bibliotheca regia 1890 und H. Müller, Alpenpflanzen) weisen bei Besprechung der Pulsatilla auf die zu Nectarien umgebildeten Staubblätter hin, nur hat Schulz den allmählichen Uebergang der Staubblätter in Staminodien bestritten. Meine Untersuchungen bestätigen die Angabe Goebel's, dass alle Uebergänge vorhanden sind. Man trifft Staubblätter mit vier normalen Antheren, aber sie sind bereits kleiner als die weiter nach innen gelegenen Stamina; man trifft Uebergangsformen mit drei, zwei und einem Loculamente, bis schliesslich

---

1) I p. 487.

ein volles Staminodium sich bildet, das immerhin noch die äussere Form der Staubblätter besitzt. Querschnitte durch solch ein Staminodium zeigen deutlich noch die anfängliche Bildung zur Anthere, aber das eigentliche Archespor bildet sich nicht mehr aus. Die gebildeten Zellen strecken sich vielmehr im mittleren Theile des Organes vom Ende des Gefässbündels aus in die Länge, die Epidermiszellen der obersten Partie wölben sich papillenartig vor und so wird dieser Theil zum hauptsächlichsten Secretionsorte. Manchmal finden sich in der dem Endothecium entsprechenden Zellreihe Verdickungsleisten angelegt, aber in umgekehrter Form wie bei der normalen Anthere. Während nämlich bei dieser die hufeisenförmige Verdickungsleiste ihre geschlossene Rundung an der Epidermis hat, liegt beim Staminodium die Rundung nach innen zu und ist auch etwas schwächer entwickelt.

Trollius europaeus L. Eine Uebergangsform der Staubblätter zu den petaloiden Staminodien war nur ein einziges Mal zu beobachten, indem sich die eine Antherenhälfte noch normal ausgebildet hatte, während die andere Hälfte sich bereits zu einem petaloiden, gekrümmten Staminodientheile entwickelt hatte. In den vollständig petaloiden Staminodien zeigt der Querschnitt manchmal noch eine etwas verdickte Stelle, wo die inneren Zellen sich rund um eine etwas grössere Mittelzelle gruppiren, was vielleicht noch ein letzter Rest der Archesporbildung sein könnte.

Scrophularineae. Antirhinum majus L. und *A. Orontium L.* Das in den Gärten so häufig cultivirte A. majus liefert leicht den Beweis für die verschiedenartige Ausgestaltung des Staminodiums, vom kleinen, unscheinbaren Spitzchen an durch alle Stufen bis zur nahezu völlig normalen Ausbildung. Aber auch bei den kleinsten Formen zeigen Querschnitte durch die Staminodien beider Pflanzen noch die Reste der Archesporanlage durch mehrere Zellreihen.

Calceolaria chelidonoides H. B. et A. K. Dabei sind normal die beiden unteren Antheren um ein Bedeutendes kleiner als die oberen, aber ihr weniger Polleninhalt ist völlig normal.

Collinsia bicolor Benth. und *C. sparsiflora Fisch. et Mey.* Das Staminodium dieser Pflanzen ist ein 1—1,5 mm langes Spitzchen, welches aus rundlichen Zellen gebildet ist und eine papillöse Epidermis besitzt. Eine Andeutung einer Archesporbildung ist nicht mehr wahrzunehmen. Das ganze Gebilde ist zum Drüsenorgane geworden, das bei C. bicolor an der dem Perianth zugewendeten Seite seiner ganzen Länge nach noch eigene Drüsenhaare gebildet hat, die zum Hauptorte der

Secretion werden.[1]) Die Note von Alice E. Keener in the Botanical Gazette 1895 p. 232 bezüglich Collinsia bicolor glaube ich berichtigen zu dürfen. Verfasserin bespricht dort die Blütheneinrichtung der Pflanze und vorab jene nach innen gebogenen, behaarten Zipfel der Filamente des oberen Staubblattpaares und schreibt dann: „The conclusion arrived at after careful study of the question was that their function is to guard the nectar gland. . . . The throat is so large and with such a wide opening that the insect could easely enter and reach the gland without coming in contact with the pollen, were it not for these guards which effectually bar this road to the nectar." Die Beobachtung in der Natur zeigt, dass diese haarigen Anhängsel des Filamentes bei C. bicolor — bei C. sparsiflora ist das Filament zu demselben Zwecke nur verbreitert — den Zweck haben, den von der Drüse abgesonderten Nectar aufzufangen, und dass der Eingang in die Blüthe dem Insekt nicht so leicht gemacht ist. Sobald nämlich das Insekt auf die zur Anflugsplatte gebildete Unterlippe sich setzt, um in die Blüthe zu dringen, klappt diese nach unten um, während Staubblätter und Pistill in ihrer Lage verbleiben. Das Insekt ist demnach gezwungen, auf den Sexualorganen sich anzuhalten und auf ihnen den Weg zum Nectar zu nehmen, wobei natürlich die ganze Unterseite seines Körpers reichlich mit Pollen bestäubt wird. Da zudem die Blüthe stark proterandrisch ist und die Narbe sich erst nach dem Abstäuben der Antheren aufwärts biegt, so ist Fremdbestäubung dadurch gesichert. Die beifolgende Zeichnung zeigt die Blüthe etwas schematisch gehalten, mit halb entferntem Perianthe

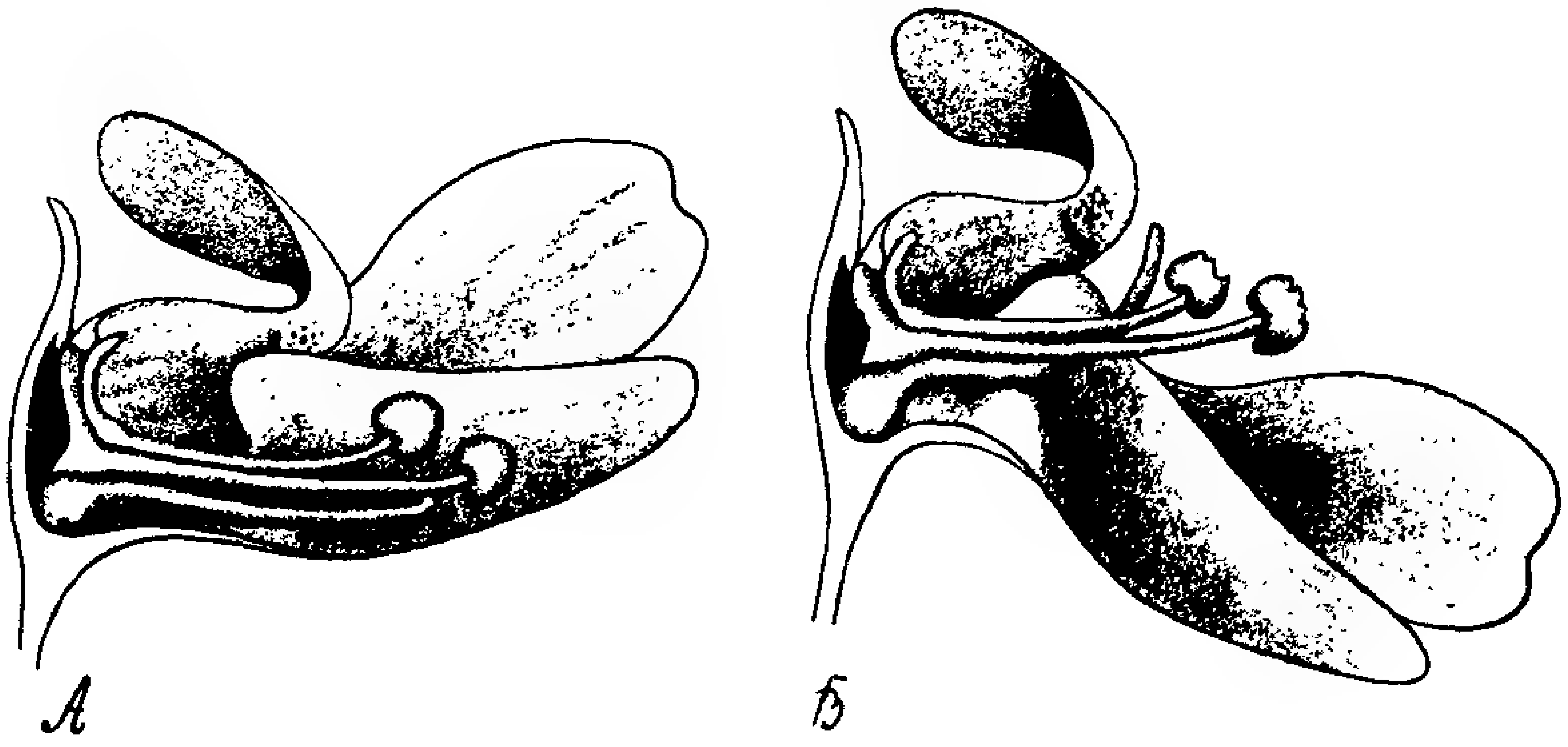


Fig. 9.

---

[1]) Bonnier gibt in seiner Arbeit: Les Nectaires (Annales des sciences naturelles 1878) p. 111 die Beschreibung und eine dazu gehörige Abbildung, erwähnt aber der genannten Haare in keiner Weise.

A in der gewöhnlichen Ruhelage bei proterandrischem Stadium, B beim Anfluge eines Insektes in dem Stadium, wo die Narbe sich aufwärts gerichtet hat.

Gratiola officinalis L. Die beiden vorderen Staminodien zeigen in geringem Maasse die äussere Form der Antheren und auf dem Querschnitte noch deutlich die Bildung von periklinen Zellreihen, die im jugendlichen Zustande der Gebilde reich mit Plasma gefüllt sind. In Uebereinstimmung mit Heinricher's Beobachtung[1]) fand ich in den ersten Blüthen der Infloresceenz noch das fünfte Staubblatt als ein kurzes, keulenförmiges Gebilde, ohne weitere Ausbildung und innere Zellendifferenzirung für ein Archespor, während gegen Ende der Blüthezeit dieses Staminodium nicht mehr zu entdecken war. Die Aufgabe der beiden vorderen Staminodien möchte ich darin suchen, dass sie als Wegweiser für das besuchende Insekt dienen, da sie in gleicher Richtung liegen wie die Haarleisten der Corolle und ihre Länge genau so bemessen ist, dass sie da beginnen, wo die Haarleiste endet.

Linaria alpina Mill.; Cymbalaria Mill.; genistifolia Mill.; pallida Tenore; purpurea Mill.; spuria Mill.; vulgaris Mill. Das Staminodium aller Arten zeigt nur einen geringen Rest der Antherenanlage. Aeusserlich bemerkt man noch verschiedene Einschnürungen und im Innern eine Zelltheilung, die kaum über die zweite Perikline hinausführte. Die hypodermale Zellreihe entwickelt sich ähnlich der normalen Antherenbildung bald ziemlich stark zu langgestreckten Zellen, während die inneren Zellen verhältnissmässig klein bleiben. Zweck der Staminodien ist wohl die Direction des besuchenden Insektes, da sie gerade dem Sporne gegenüber liegen und nebenbei wohl auch geringe Secretion, die am deutlichsten ausgesprochen erscheint bei L. alpina, wo die hypodermale Zellreihe an beiden Seiten stark gestreckt ist und reichen Plasmagehalt birgt. Aehnlich, aber nicht ganz so stark ausgebildet, ist es bei L. vulgaris und, noch etwas geringer entwickelt, bei L. cymbalaria, wiewohl die Staminodien all der untersuchten Arten seitlich in zwei Einbuchtungen Drüsengewebe zeigen, das aus kleinen, aber sehr plasmareichen Zellen gebildet wird. L. spuria bot durch zahlreich vorhandene anormale Blüthen reichliche Gelegenheit zur Untersuchung der staminodialen Bildung. Schon in den normalen Blüthen kann man verschiedentliche Formen des Staminodiums unterscheiden bis zur einseitigen Ausbildung einer Antherenhälfte, deren andere Hälfte noch ganz rudimentär geblieben; Uebergangsformen, die in anormalen Blüthen zur vollständigen Ausbildung des fünften

---

1) Oesterreich. bot. Zeitschrift 1894.

Staubblattes führen. Sehr viele Pflanzen von L. spuria nämlich zeigten in den Blattachseln neben einer reifenden Frucht noch eine zweite Blüthe, die vielfach anormal gebaut war — Pelorien und alle Uebergangsformen dazu. — Mit besonderer Rücksicht auf das fünfte Staubblatt sei hier eine kurze Zusammenstellung der untersuchten Blüthen gegeben. Von ungefähr 75 derartigen untersuchten Blüthen zeigten:

19 Blüthen	2 Sporne,	Corolle in normaler Form	das fünfte Staubblatt klein staminodial.
6 „	2 „	„ „ „ „	d. fünfte Staubblatt grösser, aber staminodial.
1 Blüthe	1 sackartige Ausbuchtung,	Corolle in normaler Form	das fünfte Staubblatt auf der Primordienstufe stehend, eines der längeren Staubblätter unterdrückt.
15 Blüthen	2 Sporne,	Corolle etwas gleichmässiger als die Normalform	das fünfte Staubblatt fertil, aber kleiner und kürzer als die übrigen.
5 „	3 Sporne,	Corolle fast eine regelmässige Röhre	das fünfte Staubblatt den übrigen gleich.
12 „	4 Sporne	Pelorienbildung	das fünfte Staubblatt in allem den übrigen gleich.
18 „	5 Sporne		

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich somit ein gewisses, nebeneinander hergehendes Verhältniss zwischen der Corollenbildung und der Ausbildung des Staminodiums zum normalen Staubblatt, ohne dass man sagen könnte, dass das eine die Ursache des anderen wäre.

Auch die Uebergangsformen zu den cleistogamen Blüthen liessen sich leicht constatiren. Jene Blüthen, die noch über den Boden sich befanden, aber durch das dichte Gewirre der Zweige nicht mehr nach oben durchdringen konnten, änderten ihre Form insoferne, als die Blüthe sich verflachte und Ober- und Unterlippe sich fast platt aufeinanderlegten. Der Schliessmechanismus zwischen beiden war nur schwach ausgebildet und liess einen offenen Zugang zu den Sexualtheilen an beiden Seiten und vorne in der Mitte frei. Thatsächlich fand ich auch in diesen verborgenen Blüthen einen kleinen, langgestreckten, schwärzlichen Käfer, den zu fangen behufs näherer Bestimmung mir leider nicht gelang. Das fünfte Staubblatt war in diesen, sowie in den cleistogamen Blüthen nur ganz klein, vielfach nur als grösseres Primordienhöckerchen, ausgebildet. Bezüglich der normalen Blüthen sei noch erwähnt, dass Fremdbestäubung dadurch bevorzugt ist, dass die Staubblätter an ihrer Spitze sich sämmtlich etwas links abbiegen, während das Pistill scharf nach rechts sich biegt, und dass auch in jenem Stadium, wo die Antheren theilweise sich öffnen, die Narbe so zwischen den nach rechts und links divergirenden Staubblättern steht, dass der Pollen der eigenen Blüthe nicht so leicht darauf fällt, da die Spreuhaarbüschel an den Antheren dies theilweise verhindern.

Maurandia scandens A. Gray. Das Staminodium trägt auf kurzem Filamente noch die kleinen Antheren; im Inneren zeigt es alle Zelltheilungen bis auf die Theilung des Archespors, das unverändert den übrigen Zellen gleich wird.

Pentstemon barbatus Roth; laevigatus Ait. und *Hartewigii Benth.* Ueber die Bedeutung und den allgemeinen Bau des Staminodiums ist bereits viel geschrieben worden.[1]) Ich möchte nach meinen Untersuchungen nur der hie und da noch ausgesprochenen Ansicht, dass die fadenförmigen Staminodien, wie sie hier auftreten, nur dem Filamente entsprächen, entgegentreten. Schon die allgemeine Erfahrungsthatsache, dass das Filament sich erst durch intercalares Wachsthum ausbildet, nachdem die Antheren schon nahezu völlig entwickelt sind, spricht dagegen. Weiterhin wohl auch die Erscheinung, dass eben diese Staminodien in verschieden ausgebildeter Gestalt, ja sogar manchmal fertil vorkommen. Wie sollten sich denn gelegentlich spätere Entwickelungsstadien bilden können, wenn nicht die erste Anlage dazu, freilich äusserlich meist unbemerkbar, vorhanden gewesen. Thatsächlich treten auch auf Querschnitten durch jugendliche Blüthen und deren Staminodien ganz deutlich Stellen hervor, welche durch die Art der Zelltheilung und ihre Lage beweisen, dass die ersten Anlagen zu einer Antherenbildung gegeben waren, die Entwickelung aber mit der Bildung der zweiten periklinen Zellreihe gehemmt wird. Selbst im fertigen Staminodium, das völlig fadenförmig und oben rundlich zugespitzt erscheint, kann man durch Mikrotomschnitte noch deutlich jene Zellpartien finden, welche durch ihre von dem übrigen Zellgewebe verschiedene Gestalt den Rest der Antherenbildung erkennen lassen, so dass auch in Bezug auf diese fadenförmigen Staminodien nicht zu zweifeln ist, dass sie ebenfalls durch Reduction eines wahren, ganzen Staubblattes entstanden sind.

Bei *Scrophularia vernalis L.* fand ich niemals eine Spur von dem fünften Staubblatte mehr. In den obersten Blüthen der reichen Inflorescenz war zum Theil auch eine Hemmungsbildung der übrigen

---

1) Litteraturangabe bei Loew, Blüthenbiolog. Untersuchungen in Pringsheim's, Jahrb. XXII p. 475 ff.

Staubblätter zu beobachten; indem das eine oder andere der normalen Staubblätter sich nicht mehr völlig entwickelte, sondern auf einer der späteren Entwickelungsstufen stehen blieb. Bei *S. nodosa L.* und *alata Gilibert* ist das Staminodium ein petaloides Gebilde, durchzogen von einem reich verzweigten Gefässstrange, aber ohne jeglichen Rest einer Antherenanlage, wiewohl H. Müller in „Blumen und Insekten" berichtet, dass er verschiedene Stufen der Umbildung beobachten konnte. Den Zweck dieser Staminodien gibt schon Sprengel[1]) an als Direction des besuchenden Insektes und Schutz des Pollens und Nectars vor eindringender Feuchtigkeit.

Bei *Russelia multiflora Sims.* zeigt sich das Staminodium als ein kleines, oben rundlich spitzes Gebilde, dessen Zellen im Stieltheile etwas länger gestreckt sind, während sie im oberen Theile mehr kugelig gestaltet sind und ihrer Anordnung nach sich um eine Anzahl kleiner, rundlicher Zellen in der seitlichen Mitte des oberen Theiles gruppiren. Ebenso gestaltet, aber im oberen Theile mehr zugespitzt ist das Staminodium von *Tetranema mexicanum Benth.*

Sparmannia africana Linn. f. Eine Tiliacee mit typisch vier weissen Blumenblättern, vier Gruppen von Staubblättern, deren Filamente eine bräunlich röthliche Färbung besitzen und einen äusseren Kranz gelbglänzender Staminodien. Dabei nun finden sich wieder alle Uebergänge vom normalen Staubblatt zu den als Nectarien umgebildeten Staminodien. Häufig nämlich verkümmert nur die eine Antherenhälfte, indess die andere Hälfte völlig normal entwickelt ist; dann sind wieder beide Hälften in reducirter Form vorhanden, bis auch sie ganz verschwinden und das Staminodium in ein feines Spitzchen endet. Das eine Verhältniss steht dabei fest: die schon am normalen Staubblatt in geringer Weise ausgebildete Ausstülpung der Epidermis, welche zum Secretionsorte beim Staminodium wird, vergrössert sich in dem Masse mehr und mehr, je weiter die Pollenbildung reducirt wird, bis sie schliesslich zur Hauptsache wird. Selbst auf das Filament erstreckt sich noch die Umbildung, indem darin bei dem normalen Staubblatte noch zwei getrennte Zellschichten vorhanden sind, welche der Schleimleitung dienen, während bei den reducirten Staubblättern sich nur mehr eine findet und bei den Staminodien nur mehr die den Gefässbündel umgebende Zellschicht als schleimführende Schicht sich findet. Die von H. Müller[2]) dargelegte Anschauung, dass die Staminodien nur dazu dienten, dass sich das besuchende Insekt daran anklammern könnte, wesshalb sie die erwähnte Ausbuchtung besässen, ist wohl eine irrige. Ein Längsschnitt durch solch ein Staminodium zeigt deutlich, dass diese Ausbuchtungen durch bogenförmige, das Filament in Schraubenwindungen umgebende Ausstülpungen der Epidermis gebildet sind, die mit dem in der Mitte aufsteigenden Zellenstrange durch einzelne Zellreihen manchmal noch in Verbindung stehen. Eine Beobachtung in sonnigen Mittagsstunden lässt mit blossem Auge schon kleine, gelbglänzende Tröpfchen erkennen, die auf diesen Ausstülpungen stehen und wohl dem Insekte zur Nahrung dienen, wofür es bei der bestehenden Proterandrie den Gegendienst der Fremdbestäubung leisten muss. Die Fehling'sche Lösung ergab dabei die Zuckerreaction nicht. Ausserdem bewirkt auch die verschiedenfarbige Ausbildung der Filamente von Staubblatt und Staminodium, sowie deren grosse Anzahl eine entschiedene Vergrösserung des Schauapparates der einzelnen Blüthe.

---

[1]) Das entdeckte Geheimniss der Natur p. 322.

[2]) Kosmos 1883 p. 241.

II. Gynaeceum.

Schon Goebel weist in seiner vergleichenden Entwickelungsgeschichte darauf hin, dass die Reduction des Gynaeceums eine nicht seltene, in verschiedenen Abstufungen vorkommende Erscheinung sei. Will man eine Reihe dieser Verkümmerungsstufen aufstellen, so steht wohl zu unterst jene Erscheinung, wo die Anlage des Gynaeceums kaum mehr oder nur in geringen Spuren wahrnehmbar ist. Der Blüthenboden senkt sich dabei noch etwas ein, als ob er zur Bildung eines Fruchtknotens schreiten wollte, aber er bleibt dann ohne weitere Entwickelung auf dieser Hemmungsstufe stehen (Arum maculatum z. B.), die einzelnen Fruchtblätter werden noch als kleine Ausstülpungen angelegt, ohne weiterhin ausgebildet zu werden (Hydrangea serrata) oder es geht die Bildung weiter, so dass ein Fruchtknoten sich noch ausbildet und auf seinem Boden sich noch ein kleines zapfenförmiges Gebilde als Anfang einer Placenta entwickelt, ohne dass dann irgend eine Samenknospe sich anlegte (Sesanum, Melandrium). Eine weitere Stufe der Hemmungsbildung dürfte dann jene sein, wo die Fruchtblätter sich noch bilden, aber an dem einen derselben nur sich eine Samenknospe anlegt, indess die beiden anderen Fächer keine Spur einer Anlage aufweisen (Centranthus). Umbelliferen, Viburnum und Valerianeen stellen dann weitere Stufen dar, indem die Samenknospen noch angelegt werden, aber die Embryosackmutterzellen schon in ihrer Entwickelung gehemmt werden und die Integumentbildung stark reducirt bleibt (Umbelliferen), oder der Embryosack sich wohl noch bildet, aber die Integumentbildung fast ganz unterbleibt (Viburnum), oder auch die Anlage sich normaler Weise bildet, aber durch ihre Lage und die allgemeine schwächliche Ausbildung zur Verkümmerung gelangt (Valerianeae).

In der Ausbildung gleichgestaltet, aber im ganzen Baue um etwa die Hälfte kleiner als die fertilen Anlagen, sind die Samenknospen der Nebenfächer von Symphoricarpus, Linnaea und Dipelta. Gleich an Grösse und Entwickelung und anscheinend auch befruchtungsfähig, aber durch Voreilen der erstbefruchteten und vielleicht durch ihre Lage begünstigten Anlage zur Verkümmerung gelangend, sind die Samenknospen von Tilia und Quercus. Auch hiebei ist zu bemerken, dass diese Hemmungserscheinungen nicht immer genau auf derselben Stufe stehen bleiben, sondern dass theilweise eine noch weitere Reduction der Entwickelung eintreten kann, theilweise aber auch ein Fortschreiten der Entwickelung bis zur normalen Ausbildung, wie z. B. die sonst verkümmernde zweite Samenanlage bei den Umbelliferen sich zur Frucht entwickeln kann.

Caprifoliaceen.[1]) Bei *Dipelta floribunda Maxim.* und *Linnaea borealis L.* sind die verkümmernden Samenknospen der Nebenfächer ganz normal gebaut, aber kleiner, bei Linaea in dem ungefähren Verhältnisse von 2 : 1 und der den Embryosack umgebende Zellcomplex um drei bis vier Zellreihen geringer entwickelt, bei Dipelta im Verhältniss von 1,6 : 1 und der entsprechende Zellcomplex um zwei bis drei Reihen schmäler gebaut.

Symphoricarpus racemosus Michx. und *S. orbiculatus Mönch.* Die Ovulaanlagen der beiden verkümmernden Fächer sind normal aufgebaut, aber um die Hälfte kleiner als jene der fertilen Fächer; die Gewebeschicht um den verkümmernden Embryosack um drei bis vier Zellreihen schmäler. Die verkümmernden Samenknospen sind so in zwei Reihen geordnet, dass die eine Reihe etwas längergestreckte Anlagen aufweist, während jene der zweiten Reihe kürzer und abgerundeter erscheinen. Doch findet man auch drei Ovula in einer Querreihe gelegen und ebenso Fälle, wo sich zwischen den beiden Reihen noch eine Scheidewand ausgebildet hat. Ein Wahrscheinlichkeitsgrund für die Nichtbefruchtung der vielen kleineren Anlagen findet sich vielleicht darin, dass das Leitgewebe für den Pollenschlauch auf den Seiten der einsamigen Fächer um ein Bedeutendes stärker entwickelt ist als auf den Seiten der vielsamigen Fächer, sowie der eine

---

1) Ueber die Verhältnisse des Gynaeceums der Caprifoliaceen im Allgemeinen vgl. **Eichler**, Blüthendiagr.

grosse Funiculus am Eingange der einsamigen Ovarhöhle eine viel stärkere Anziehung ausüben kann als die beiden kleinen am vielsamigen Ovarium. Diese kleineren Samenknospen vertrocknen allmählich und werden von dem lockeren Gewebe der heranreifenden Frucht mit umschlossen, so dass sie auch in der ausgebildeten Frucht noch immer sichtbar und kenntlich bleiben.

Viburnum. Die Kleinheit der Nebenfächer sowie die eigenthümliche Verwachsung der Samenknospen unter einander und die hohe Lage der Fächer haben wohl zu der Annahme geführt, dass bei Viburnum zwei Fächer so vollständig verkümmerten, dass keine Samenknospen in ihnen angelegt wurden.[1]) Thatsächlich aber finden sich in den zwei kleinen Nebenfächern bis kurz nach der Befruchtung der einen grossen Samenknospe immer die Anlagen mehrerer Ovula. Der Embryosack ist dabei nur von einem aus ein bis zwei Zellreihen bestehenden Nucellus umgeben, ein Integument wird nicht mehr ausgebildet oder ist nur durch ein bis zwei Zellen am Grunde angedeutet. Oftmals verwächst das Nucellargewebe angrenzender Anlagen miteinander und füllt das ganze Ovarium so aus, dass kein Raum mehr zwischen den Anlagen und der Ovarwand bleibt. Die beiden Nebenfächer stehen dabei so hoch über dem fruchtbaren Fache, dass man zwischen dem oberen Rande derselben und der untersten Zellenlage der verkümmernden Fächer noch 10—12 Zellreihen eingeschoben findet. Bald nach der Befruchtung der einzelnen Anlage werden diese kleinen Anlagen aufgelöst und in der jungen Frucht ist ihre Lage nur mehr als ein kleiner Hohlraum kenntlich, der dann allmählich zusammengedrückt wird.

Viburnum Lantana L. weist dabei die grösste Anzahl von verkümmernden Samenanlagen auf. Es waren deren bis zu sieben zu zählen, wobei die obersten Anlagen paarweise nebeneinander liegen, indess die unterste allein die Reihe schliesst. Meist sind die einzelnen Anlagen mit ihrem Nucellargewebe ganz mit einander verwachsen und dadurch der ganze Raum des Fruchtfaches so vollständig ausgefüllt, dass man nur an kleinen Stellen eine Scheidung von der Fruchtknotenwand bemerken kann. Die Zellkerne dieser Embryosäcke hatten sich anormal öfter getheilt, so dass man bis zu 16 Kerne in einem Embryosack zählen konnte, und hatten sich auch mehr am Rande des ganzen Embryosackes vertheilt, statt in der normalen Lage zu bleiben.

---

1) Goebel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte p. 328. in Schenk, Handbuch der Botanik Bd. III.

Vib. Opulus L. zeigte meist nur drei Samenknospen in jedem sterilen Fache, der Zellkerne waren hier nur acht, aber sie hatten sich auch vielfach so vertheilt, dass zwei Kerne an der Spitze des Embryosackes und je drei auf den beiden Seiten sich befanden.

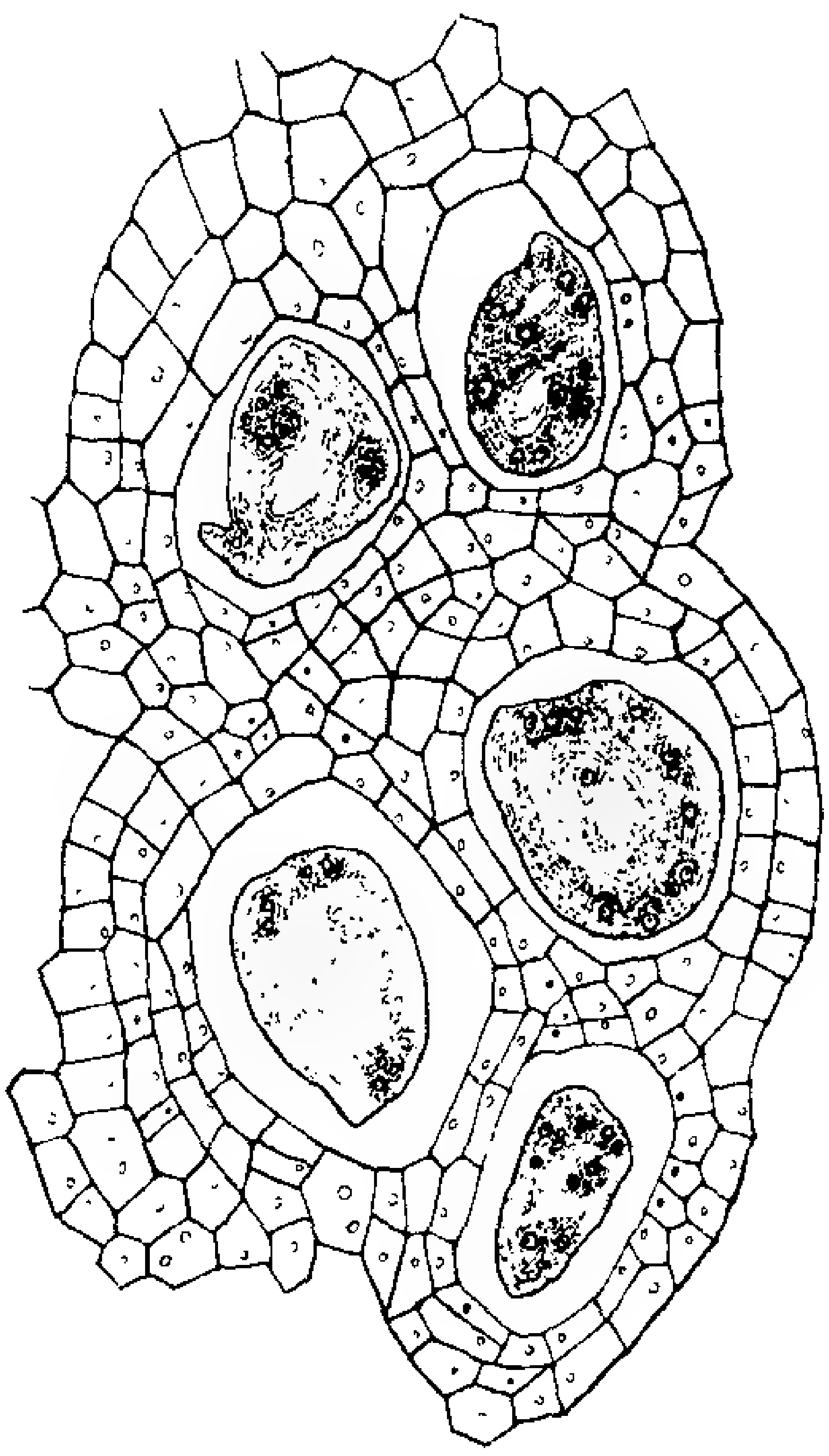


Fig. 10. Längsschnitt durch eines der Nebenfächer von *Vib. Lantana* mit fünf sterilen und verwachsenen Samenanlagen. Vergr. 670/2.

Vib. Lentago L. zeigte in jedem Fache drei verhältnissmässig grössere Samenanlagen mit einem den ganzen Ovarraum vollständig ausfüllenden Nucellargewebe.

V. Tinus L. vier bis sechs verkümmernde Anlagen in jedem Fache in zwei Reihen etwas schief nach Aussen geordnet.

V. cuneiforme[1]) nur zwei von einander getrennte Anlagen in jedem Fache, aber sehr klein ausgebildet und oft auch nur vier Zellkerne in den Embryosäcken. Die Fächer selbst auch sind kleiner als bei den übrigen untersuchten Arten.

V. cotinifolium D. Don. hat in jedem der ebenfalls kleinen Nebenfächer nur drei Samenknospen in einer Reihe von oben nach unten geordnet; die oberste davon noch am besten entwickelt, die unterste derselben vielfach ganz rudimentär. Der Nucellus besteht nur aus einer schwach entwickelten Zellreihe.

V. tomentosum Thbg. hat drei gleich entwickelte Samenanlagen in jedem Fache, deren Nucellus verhältnissmässig stark ausgebildet ist durch zwei Zellreihen, wodurch der ganze Raum der Ovarhöhle ausgefüllt ist.

Melandrium album und *rubrum Garke.* In den männlichen Blüthen dieser Pflanze zeigt sich noch immer ein Anfangsrest der Gynaeceumsbildung; der Blüthenboden vertieft sich noch und aus dem untersten Theile dieser Vertiefung bildet sich oftmals noch eine kleine Placentaranlage hervor, ohne dass daran jedoch Samenknospen angelegt würden.

Umbelliferen. Alle die untersuchten Arten stimmen darin überein, dass je eine der in den zwei Fruchtfächern gegenüberliegenden Samen-

---

1) Unter diesem Namen im hiesigen bot. Garten cultivirt.

knospen verkümmert, während die zweite Samenknospe jeden Faches sich nach abwärts wendet und fertil wird. Die Ausbildung dieser verkümmernden Anlagen ist eine verschiedentliche, selbst bei ein und derselben Pflanze. Meist ist die Embryosackmutterzelle deutlich zu unterscheiden, aber sie wird nicht mehr weiter ausgebildet. Oft aber auch entwickelt sich noch ein kleiner, anscheinend normaler Embryosack, aber die Integumentbildung bleibt eine stark reducirte, indem die Bildung nur mit wenigen, oft einseitig stärker entwickelten, Zellen am Grunde stehen blieb, ohne dass eine volle Ueberwölbung des Nucellus stattfände. Doch sind von Astrantia major auch Beobachtungen bekannt, wo auch diese zweite Samenanlage fertil geworden war.[1]) Nachdem in vielen Fällen gerade jene Epidermiszellen der verkümmernden Samenknospe, welche dem Griffelkanale der fertilen Samenanlage zunächst liegen, sehr stark mit Plasma erfüllt sind und dabei oft auch eine ganz langgestreckte Form besitzen, halte ich es für wahrscheinlich, dass diese verkümmernden Anlagen zu Drüsenorganen wenigstens theilweise umgebildet werden, um als Leitungsapparat des Pollenschlauches zu der tiefer liegenden fertilen Anlage zu dienen.[2]) An Einzelheiten sei noch erwähnt, dass in der verkümmernden Samenanlage von Archangelica sich vier bis fünf Embryosackmutterzellen angelegt fanden, ohne dass eine davon sich weiter entwickelt hätte. In den männlichen Blüthen von Astrantia major ist von einer Anlage des Gynaeceums nichts mehr zu sehen. Der Blüthenboden senkt sich wohl noch etwas ein und erweitert sich zu einer schmalen Höhlung, aber von einer Placenta oder Ovaranlagen findet sich nichts mehr.

Valerianeae. Centranthus ruber DC. und *C. Calcitrapa Lge.* Im Griffelkanal sind die drei Fruchtblätter noch zu unterscheiden, im eigentlichen Fruchtknoten aber findet sich keine Spur eines Nebenfaches oder irgend einer weiteren Samenanlage mehr.

Valeriana alliariaefolia Vahl; dioica L.; officinalis L.; Phu L.; saxatilis L. Gegenüber der Angabe Goebel's in der „Vergleichenden Entwickelungsgeschichte“ [3]) konnte festgestellt werden, dass in den beiden Nebenfächern von Valeriana je zwei verkümmernde Samenknospen angelegt werden, die sich in typischer Form wohl entwickeln, aber nur die halbe Grösse der einen fertilen Samenknospe erreichen und durch ihre auffällige Plasmaarmuth sich kennzeichnen. Dabei stehen diese Anlagen auf kurzem Funiculus schief nach aussen aufwärts, während die fertile Anlage in ihrem Fache abwärts hängt. Der Griffelkanal, welcher zu diesen beiden Fächern führt, ist bedeutend enger als der zur fertilen Anlage führende Hauptkanal. In der heranwachsenden Frucht werden diese Anlagen der Nebenfächer aufgelöst und der Hohlraum dann allmählich zusammengedrückt.

---

[1]) Penzig, Teratologie.

[2]) Eine ähnliche Umbildung zu Drüsenzwecken nimmt Karsten für die unvollkommenen weiblichen Blüthen an der Grenze des männlichen Blüthenstandes bei Gnetum Gnemon an. — Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1893 p. 349.

[3]) p. 328.

Valerianella eriocarpa Desv. und *olitoria Mönch.* Schnitzlein[1]) bemerkt, dass bei Valerianella die leeren Fächer nur ein Produkt späterer Entwickelung zu sein scheinen; indess hat Goebel schon darauf hingewiesen, dass an der einen der drei Parietalplacenten zwei Samenknospen angelegt werden, an der anderen jedoch nur eine, so dass in jedem Fruchtknotenfache eine Samenanlage sich befindet. Die einzeln angelegte Samenknospe bildet noch einen Embryosack aus mit seinem Nucellus, das Integument aber bleibt nach Bildung weniger Zellen am Grunde in seiner Entwickelung stehen. Von den zu zweit angelegten Samenknospen eilt die eine sehr bald in ihrer Entwickelung weit voraus, indess die andere meist nicht über die Differenzirung der Embryosackmutterzelle hinauskommt und frühzeitig verkümmert.

Bei *Tilia* und *Quercus* konnte ich trotz allwöchentlicher Untersuchung zu keinem abschliessenden Resultate gelangen. Ich fand nur, dass die Samenanlagen all' einander gleich gebaut sind, dass in nicht seltenen Fällen auch zwei Embryonen sich gleichzeitig entwickeln können und dass die übrigen Anlagen unbefruchtet blieben und von dem heranwachsenden Embryo zur Seite gedrückt werden, wo sie auch in der reifen Frucht noch kenntlich bleiben.

III. Ganze Blüthen.

Dass auch ganze Blüthen normaler Weise verkümmern, ist in der Pflanzenwelt eine nicht allzuseltene Erscheinung. Am leichtesten erklärt sich wohl der Fall, wo die obersten Blüthen reichblüthiger Inflorescenzen ganz oder zum grössten Theile verkümmern durch Nahrungsmangel, indem die ersten, oftmals schon zur Fruchtbildung schreitenden Blüthen alle die Nährstoffe für sich in Anspruch nehmen und so den obersten Blüthen nicht mehr die nöthigen Mittel zugehen, um sich vollständig entwickeln zu können. So finden sich bei Muscari botryoides und neglectum die obersten Blüthen häufig nur mehr ganz rudimentär vor, bei Tritoma uvaria vertrocknen ebenfalls meist die letzten Blüthen und bei Viburnum dürfte es für jene Blüthen zutreffen, welche noch ausserhalb der Scheinblüthen angelegt werden, aber nicht mehr zur Entwickelung kommen.

---

[1]) Genera plantarum fasc. XXI.

An diese Gruppe dürfte sich anschliessen das Sterilwerden jener Blüten, welche herbeigeführt wird durch abnorme Vergrösserung der Blüthenachse, wie es bei der Gartenform von Celosia cristata der Fall ist, oder auch der einzelnen Blüthenstiele bei Brassica oleracea f. botrytis, oder endlich durch Vergrösserung der Kelche und Blumenblätter wie in den Scheinblüthen von Viburnum und Hydrangea; diese Reihe schliessen dann jene Umformungen, welche hervorgerufen werden dadurch, dass die Blüthen zu anderen als Generationszwecken dienen sollen; so die zum Schauapparat umgebildeten langgestielten Blüten von Muscari comosum, die verkümmernden Blüten von Rhus Cotinus, deren Stiele angeblich als Flugapparat für den reifen Samen dienen sollen, und endlich die Umbildung zu Drüsen bei Sesamum.

Arum maculatum L. A. Engler sagt in seinen „Beiträgen zur Kenntniss der Araceae“[1]: „Bei fast allen (Araceen, welche sich mehr oder weniger an Arum anschliessen) finden wir zwischen männlicher und weiblicher Inflorescenz unentwickelte Organe, die meistens Staminodien sind. . . . Verkümmerte weibliche Blüthen sind äusserst selten. In manchen Fällen scheinen solche vorhanden zu sein, aber es ist sehr fraglich, ob wir es mit verkümmerten weiblichen oder männlichen Blüthen zu thun haben. Bei den Arum-Arten finden wir die Schrägzeilen der Pistille sich fortsetzen in Schrägzeilen von einzelstehenden oder paarweise vereinigten kugeligen Körpern, die in ein kleines oder grösseres Schwänzchen enden. Diese Gebilde werden häufig als Pistillodien bezeichnet. Da aber diese Schrägzeilen in die Schrägzeilen der männlichen Blüthen übergehen und oberhalb der männlichen Blüthen ganz gleiche, nur etwas kleinere Gebilde auftreten, so ist kein Grund vorhanden, diese eigenthümlichen Gebilde unbedingt als reducirte weibliche Blüthen anzusehen; sie könnten ebensogut auch reducirte Zwitterblüthen sein. . . . Die Entwickelungsgeschichte kann hier keinen Aufschluss darüber geben, selbst wenn man mehr sehen würde, als man wirklich sieht“.

Ich möchte nun dem gegenüberstellen, dass die Entwickelungsgeschichte, durch Mikrotomtechnik unterstützt, doch einigen Aufschluss geben kann. Längsschnitte durch ganz junge Inflorescenzen, bei denen noch keine Differenzirung sporogener Gewebe bemerkbar ist[1]), lassen immerhin schon eine Verschiedenheit der männlichen und weiblichen Blüten erkennen, indem letztere eine mehr rundlicheiförmige Gestalt besitzen, während die ersteren mehr abgeplattet sind. Zu der Zeit wo das Fruchtfach sich in den normalen weiblichen Blüthen bildet und in den männlichen Blüthen das sporogene Gewebe sich durch seinen reichen Plasmagehalt kenntlich macht, treten zwischen beiden Blüthenformen die Umbildungen der weiblichen Blüthen ein, indem sich entweder an den weiblichen Blüthen noch eine Einsenkung bildet, als ob es zur Bildung eines Ovariums kommen sollte, aber diese Einsenkung wird bald in ihrer Entwickelung gehemmt und bleibt so bestehen als rudimentäre weibliche Blüthe auch in dem fertigen Blüthenstande; oder auch die Einsenkung an den beschriebenen rundlicheiförmigen Blüthen bildet sich nur ganz minimal oder fast gar nicht und die Spitze wächst dann weiter aus als das Schwänzchen, welches in der fertigen Inflorescenz zu sehen ist, wobei auch nebenbei noch kleinere Vorwölbungen der äusseren Gewebeschichten eintreten können. An der oberen Grenze der männlichen Inflorescenz dagegen lassen sich ebensofrühe die Uebergänge zu den verkümmerten obersten Blüthen erkennen. Die Vorwölbungen der Blüthenprimordien an der Blüthenachse werden in abnehmender Reihe kleiner und oftmals sind jene Blüthenrudimente, welche beim fertigen Blüthenstande wie ein Haarkranz die Inflorescenz abschliessen, schon durch eine sterile Schicht von den übrigen Blüthen getrennt und sie bilden sehr frühe schon ihre Form aus, indem das Schwänzchen sich entwickelt und erst später sich noch die Verdickung an der Basis vergrössert. Einen Rest einer Antheren-Anlage in den am wenigsten umgebildeten männlichen Blüthen konnte ich nicht bestimmt nachweisen. In manchen Fällen hatte es zwar den Anschein, als ob Zellbildung und ihre Gruppirung einen Rest der Antherenbildung andeutete, aber, da sich schon in der völlig normalen Blüthe das sporogene Gewebe nur wenig vom sterilen unterscheidet in Bezug auf seine Form, so liess sich keine bestimmte Schlussfolgerung ziehen.

---

[1] Botanische Jahrbücher für System. und Pflanzengeographie V p. 297 ff.

Brassica oleracea L. f. botrytis. In den weisslichen Blüthenständen des Blumenkohles finden sich immer noch einzelne grössere Blüthen, welche alle Organe regelmässig ausgebildet habe; neben ihnen aber in Ueberzahl alle möglichen Verkümmerungsstufen von der ersten Höckeranlage für die ganze Blüthe beginnend bis hinauf zur rudimentären Anlage des Gynaeceums. Auffällig dabei ist immer die sehr frühe schon auftretende monströse Verdickung der einzelnen

---

1) Für die hiesige Gegend die Zeit von Mitte September bis Mitte Oktober.

Blüthenstiele sowie das Unterbleiben der Streckung der Blüthenachse, welch beide Erscheinungen wohl die Ursache der Verkümmerung des Blüthenapparates sein dürften.

Celosia cristata L. Die bekannte Gartenform ist wohl als teratologische Erscheinung aufzufassen, insoferne als die übermässige Vergrösserung der Blüthenstandsachse die Verkümmerung der einzelnen Blüthen bedingt. An der verbreiterten und mannigfach gefalteten Blüthenstandsachse findet man im untersten Theile der Inflorescenz und an den Kanten der einzelnen Falten noch völlig normale Blüthen, die auch fertil sind; die übrigen Blüthen aber bleiben auf verschiedentlicher Verkümmerungsstufe stehen. Meist ist das Stützblatt wohl entwickelt, das dann aber oftmals nur mehr ein kleines Höckerchen als Rest der ganzen Blüthenanlage einschliesst. Des öfteren geht jedoch die Blüthenentwickelung weiter, so dass man noch die Anlagen von Kelch und Blumenblättern erkennt, ebenso auch noch die Anlage der Staubblätter und in deren Zellenbau auch noch die ersten periklinen Theilungen zu einer Antherenbildung; niemals aber fand sich ein rudimentäres Gynaeceum vor. Das Verhältniss zur normalen Inflorescenz von Celosia konnte nicht näher untersucht werden, weil das nötige Material nicht zu erlangen war.

Hydrangea serrata Ser. In den sterilen Randblüthen war das Andröceum zum grössten Theile noch normal ausgebildet, doch auch theilweise eine Reduction der Staubblattzahl eingetreten. Von einer Anlage des Gynaeceums jedoch war kaum etwas zu beobachten; nur ganz kleine Bildungen zeigten den ersten Anfang zur Bildung der Fruchtblätter. Am Blüthenboden jedoch war eine griffelähnliche Wucherung aufgetreten und das Innere des Blüthenbodens füllte ein ganz lockeres, mit grossen Intercellularräumen durchsetztes Gewebe aus, das zahlreiche Raphidenbündel einschloss. Diese Gewebepartie vergrösserte sich während der Blüthezeit und nachher so, dass es den äusseren Anschein bot, als ob eine Frucht sich bildete. Erst ziemlich spät vertrocknete es. Ebenso verhält es sich bei den Scheinblüthen von *H. paniculata Sieb.*, nur dass hier die Wucherung des Blüthenbodens nicht so auffällig war. Die Culturformen von *H. hortensis W.* boten an verschiedenen Exemplaren so verschiedene Resultate, dass kaum ein einheitlich zusammenfassender Schluss gerechtfertigt sein dürfte und von gärtnerischer Cultur unberührte Exemplare standen mir nicht zur Verfügung.

Muscari comosum Mill. Schon auf sehr früher Entwickelungsstufe des Blüthenstandes unterscheiden sich die später so auffällig langgestielten, sterilen Blüthen, welche zum Schauapparat umgebildet werden, von den übrigen, normalen Blüthen durch ihre besondere Entwickelung dieses Stieles. Noch sind die Primordien für die Staubblätter in den normalen Blüthen nicht gebildet, wenn schon der Stiel dieser anormalen Blüthen sich streckt im Gegensatz zu den übrigen fast noch stiellos sitzenden Blüthen. Eben diese Blüthen weisen später nur mehr das eine oder andere Staubblatt fertil auf, während die übrigen auf verschiedener, oft sehr reducirter Bildungsstufe gehemmt bleiben. Eine Anlage des Gynaeceums war nicht mehr zu beobachten. In abnehmender Grösse der einzelnen Blüthen geht es gegen die Spitze der Inflorescenz zu, so dass die letzten Blüthen nur mehr ein verhältnissmässig stark entwickeltes, aber ganz geschlossenes Perianth besitzen, im Inneren aber nur mehr winzige Höckerchen die erste Anlage der Staubblätter zeigen. Die oberste Blüthe, welche anscheinend den ganzen Blüthenstand terminal schliesst, stellt nur mehr eine rundliche mit lockerem Zellgewebe erfüllte Kugel dar, ohne irgend eine Differenzirung der verschiedenen Blüthentheile. Auch in den obersten Blüthen der normalen Zone verkümmert theilweise das Andröceum und manchmal auch das Gynaeceum ganz[1]). Ebenso verkümmern auch in den obersten Blüthen von *M. botryoides Mill.* und *M. neglectum Mill.* vielfach die Sexualorgane, so dass nur mehr ein oder zwei Staubblätter ausgebildet werden oder auch das Gynaeceum ganz rudimentär bleibt und das gesammte Andröceum verkümmert ist[2]).

Oncidium heteranthum Lindl. Eine Orchidee, welche neben den wenigen normalen Blüthen eine grosse Anzahl anormaler, verkümmerter Blüthen trägt. In all den verkümmerten Blüthen nun ist von einer Anlage der Sexualorgane nichts mehr zu finden. In den grösseren Blüthen bildet sich das sechste Blumenblatt noch als ein kleiner, schmaler Zipfel aus, während in den noch weiter verkümmernden Blüthen auch die Anzahl der Blumenblätter bis auf drei oder zwei kleine, weisslichgelbe Blättchen reducirt wird. Den Zweck dieser Umbildung kann wohl nur Beobachtung am natürlichen Standort erklären, denn ganz nutzlos wird diese grosse Anzahl von verkümmernden Blüthen wohl nicht sein. Um als Schauapparat zu dienen, sind sie zu wenig auffällig in Grösse und Färbung, eine Secretion war äusserlich auch nicht nachweisbar, möglich aber könnte sein, dass die ganzen Blüthen zur Beköstigung der Besucher dienen, zumal sie einen süsslichen Geschmack besitzen.

---

[1]) An die von Schulz behauptete, unvermeidliche Selbstbestäubung kann ich nicht recht glauben, da gerade die untersten Blüthen, welche zunächst darauf angewiesen wären, weil sie sich schon öffnen, bevor noch der Blüthenschopf der sterilen Blüthen auffällig gefärbt ist, innerhalb der drei letzten Jahre, in denen ich speciell darauf achtete, niemals Früchte erzeugten, während die oberen Blüthen oft bis zu 50 Früchte reiften. „Langrüsselige Falter“ sah ich bei der verhältnissmässig kleinen Blüthe nie zu Besuch, wohl aber vielfach kleinere Käfer neben den Bienen.

[2]) Schon von H. Müller angegeben in „Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten“ pag. 277.

Rhus Cotinus L. Die sogenannte Perücke dieser Pflanze wird bekanntlich zum grössten Theile gebildet aus den federig behaarten Blüthenstielen zahlreicher steriler Blüthen. In diesen Blüthen nun sind die männlichen Organe noch angelegt als kleine halbkugelige Gebilde, welche noch deutlich den Anfang einer Antherenbildung in ihrem Zellgewebe zeigen. Oft aber sind die männlichen Organe auch nur mehr durch ganz geringe Vorwölbungen am Blüthenboden angedeutet. Eine Anlage des Gynaeceums war nirgends mehr zu sehen.

Sesamum orientale L. Die beiden zu Drüsen umgebildeten seitlichen Blüthen weisen einigermassen verschiedene Grade der Entwickelung auf. In den meisten Fällen zeigen sie noch die Anlagen der Kelch- und Blumenblätter sowie der Staubblätter, aber keine Anlage des Gynaeceums mehr. Die Kelchblätter bleiben klein und unscheinbar, die Blumenblätter verdicken sich und werden zum Secretionsorgane, das als dicker, gelbgefärbter, kreisförmiger Wulst sichtbar ist. Die Staubblätter bilden ebenfalls dicke, keulenförmige Gebilde, die an der Innenseite Secretionsgewebe besitzen, das reichlich mit Plasmastoffen und kleinen Oeltröpfchen gefüllt ist. Doch kommen auch Fälle vor, wo der Blüthenboden sich noch etwas eingesenkt hat und in dieser Einsenkung sich ein kleines Placentargebilde ohne jegliche Samenknospe bildet und wieder andere Fälle, wo auch die Bildung des Androeceums noch weiter reducirt ist, wobei dann die Blumenblätter noch mehr verdickt sind und allein die Secretion besorgen. Auch die untersten der sonst normal sich entwickelnden mittleren Blüthen bleiben vielfach auf ähnlicher Reductionsstufe stehen, indem die Corolle sich nicht mehr ausbildet, Staubblätter und Carpelle auf verschiedener Hemmungstufe stehen bleiben, so dass die Staubblätter noch theilweise Antherenbildung haben, theilweise aber auch der Form der Staminodien sich nähern mit geringer Ausbildung eines Secretgewebes. Aufgabe dieser umgebildeten Blüthen dürfte wohl der Schutz der normalen Blüthen vor unberufenen Gästen sein, dass diese sich nämlich an dem Secrete dieser Drüsenorgane, sowie jener kleinen äusserlichen Drüsen der Normalblüthen begnügen, ohne letztere selbst zu besuchen.

Viburnum Opulus L. Die sterilen Randblüthen dieser Art weisen noch die Anlagen der Staubblätter als keulig-kugelige Gebilde auf, welche theilweise noch die Einschnürungen und die entsprechenden Zelltheilungen der normalen Staubblätter zeigen. Eine Anlage zur Gynaeceumsbildung war nicht mehr zu beobachten. Auch ausserhalb dieser Scheinblüthen sind noch rudimentäre Blüthenanlagen zu finden, welche nur noch geringe Anlagen der Kelch- und Blumenblätter besitzen und die Anlagen der Staubblätter als winzige Höckerchen zeigen. Aehnlich ist die Bildung auch bei den Scheinblüthen von *Vib. tomentosum.*

Bei der sterilen Gartenform von *V. Opulus* geht die Bildung der Sexualorgane weiter, indem die Staubblätter meist grösser werden, aber ohne Pollenbildung und das Gynaeceum noch angelegt, manchmal sogar normal ausgebildet wird.

Das Ergebniss vorliegender Arbeit zusammenfassend, lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1. Die Hemmung oder Umbildung der verkümmernden Organe ist bei verschiedenen Pflanzen eine auf verschiedener Stufe der normalen Entwickelungsreihe stehenbleibende, ja auch bei ein und derselben Pflanze kann das Verhältniss der Reduction in den einzelnen Blüthen starkem Wechsel unterworfen sein.
2. Bei den verkümmernden männlichen Organen sind die am häufigsten vorkommenden Fälle: a) ein Stehenbleiben auf der Primordienstufe mit geringer Entwickelung eines Filamentes oder b) es treten theilweise noch die Zelltheilungen ein, welche im normalen Organe zur Bildung der Antherenwand führen, ohne dass das eigentliche Archespor sich weiter ausbildete oder auch theilte. Bei den weiblichen Organen wird meist, aber nicht immer, noch der Embryosack gebildet, aber die Integumentbildung wird reducirt. Sind die verkümmernden Samenknospen in ihrem ganzen Aufbaue den normalen gleich entwickelt, so sind sie wenigstens um ein Bedeutendes kleiner als die fertilen Anlagen.
3. Bei Blüthen mit vielen Staubblättern und Staminodien ist der Uebergang von den ersteren zu letzteren nur ein allmählicher.
4. Wird in den reducirten männlichen Organen noch Pollen gebildet, so ist er bei geringerer Körnerzahl doch dem Pollen der ganz normalen Organe gleich; eine Beobachtung, die mit dem Ergebnisse, dass E. Amelung in seiner Arbeit „über mittlere Zellengrössen“

fand, übereinstimmt, der da sagt: „Verschieden grosse Organe gleicher Art desselben Pflanzenindividuums bestehen aus Zellen von gleicher oder nahezu gleicher Grösse.“[1])

5. Die fadenförmigen Staminodien, wie sie z. B. bei Pentstemon-Arten vorkommen, entsprechen nicht dem Filamente allein, sondern sie zeigen, namentlich in jugendlichen Stadien, auch noch Reste einer Antherenbildung in ihrem Zellbaue, wenn dies auch äusserlich nicht bemerkt ist.
6. Die umgebildeten männlichen Organe sowie die normal umgebildeten und sterilen ganzen Blüthen dienen zu bestimmten Zwecken: Vergrösserung des Schauapparates, mechanischen Aufgaben vorab der Direction des Insektes, oder auch der Secretion.
7. Es findet eine wirkliche Umbildung der Organe statt. Staminodien werden in der Weise normaler Staubblätter angelegt und theilweise auch noch weiter entwickelt, aber gegen Schluss der Entwickelung bildet sich das Organ zu einem Secretionsorgane um.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass mechanische Ursachen die Verkümmerung oder gar die Umbildung dieser Organe nicht erklären können, da schon bei der ersten Anlage derselben vielfach ohne äusserliche Ursache eine verschiedentliche Ausbildung erkennbar ist. Die von Penzig[2]) angezogenen Ursachen — Abort des Mittellappens oder der Unterlippe, oder auch Spaltung der Letzteren — sind doch wohl nur Begleiterscheinungen und können als viel später sich entwickelnde Blüthentheile noch keinen Einfluss üben auf die früher sich entwickelnden Theile, zumal oft genug „normal verkümmernde“ Organe fertil werden, ohne dass irgend eine weitere Umbildung an der Blüthe bemerkbar wäre. Es dürfte demnach immerhin auf innere, im Plasma ruhende Kräfte Bezug genommen werden müssen, so dass einerseits, wie Eichler[3]) bemerkt, die spätere Entwickelung der Blüthe bereits auf die erste Entstehung einen bemerkenswerthen Einfluss auszuüben vermag[4]) und anderseits bei Eintritt irgend welcher innerer Störungen auch Aenderungen der typischen äusseren Gestalt sich einstellen, ohne dass dabei von Atavismus[5]) die Rede sein müsste.

---

[1]) Flora 1893 p. 207.

[2]) Teratologie Bd. II p. 186.

[3]) Blüthendiagramme I. Bd. p. 213.

[4]) Göbel bemerkt in dieser Beziehung: Die Verschiedenheit in der Ausbildung der Blüthenformen steht in engster Beziehung zu ihrem Lebensverhältnisse, die vielleicht vielfach eine Aenderung bedingt haben, die schon auf die erste Anlage zurückgehen kann. Flora 1894 p. 445.

[5]) Penzig, Teratologie II. Bd. p. 186.

Litteratur.

Lindau Gustav, Lichenologische Untersuchungen. I. Heft: Ueber Wachsthum und Anheftungsweise der Rindenflechten. 1895. Dresden, Verlag von C. Heinrich.

Die vorliegende Arbeit, zum Theile Habilitationsarbeit des Verfassers an der Berliner Universität, beschäftigt sich zunächst mit dem Baue und der Anheftungsweise der Hypo- und Epiphlöoden, wobei der Verfasser gleich anfangs betont, „dass es unter dem Mikroskop und bei Berücksichtigung der Entwickelung in den meisten Fällen unmöglich ist, eine Art nur in einer Kategorie unterzubringen. Viele Flechten sind zeitlebens epiphlöodisch, aber ein Theil des algenlosen Thallus steckt im Periderm, andere sind in der Jugend hypophlöodisch, werden aber später epiphlöodisch, stimmen aber in ihrem Baue mit den zeitlebens hypophlöodischen Formen überein.“

Bornet und Frank hatten die Ansicht vertreten, dass die Alge Treutepohlia umbrina die Korkzellenmebranen ohne Hinderniss durchwachse, genau ebenso wie die Hyphen der Hypophlöoden, denen in noch viel höherem Maasse die Fähigkeit zukomme, die Membranen zu durchbohren und in die Zellen einzudringen. Dem gegenüber stellt nun der Verfasser fest, dass die Ansicht Frank's unhaltbar sei, dass weder Gonidien noch Hyphen die Fähigkeit besässen, die Cellulose zu lösen und die Membranen zu durchbrechen, sondern dass sie mit Benützung der vorhandenen Intercellularräume und der durch das Dickenwachsthum der Bäume entstehenden kleinen Risse in das Periderm eindringen und so dann keilförmig sich zwischen die einzelnen Zellen oder Zellreihen einbohren und dadurch eine Lösung des Zellverbandes zu Stande bringen, wobei die kleineren Hyphen die Vorarbeit übernehmen und die grösseren Algen dann den Riss erweiterten. (An Pyrenula nitida [Weig.] ausführlich gezeigt.) Bei der an einem alten Zaune von Kiefernholz gesammelten Psora ostreata Hoffm. beobachtete der Verfasser, dass die Hyphen nur die bereits gebotenen Wege der nicht mehr geschlossenen Hoftüpfel in den Tracheiden und der einfachen Tüpfel in den Markstrahlen benützten, um in das Innere der Zellen zu gelangen.

In Bezug auf die Verbindung der Algen mit den Hyphen hebt der Verfasser hervor, dass dort, wo die Hyphen eine schiebende, trennende Wirkung auf die Gonidien auszuüben haben, eine innigere Verbindung der beiden Componenten durch Haftscheiben und Klammerzweige entsteht, während im anderen Falle die Verbindung eine ganz lockere ist.

Ueber die Anheftungsweise der höheren Flechten stellt der Verfasser verschiedene Verhältnisse fest, in dem das Anheftungsorgan — die gonidienlose Basalscheibe — bald mehr auf der Oberfläche des Substrates bleibt und da sich mit den hyalinen Hyphen allen Unebenheiten genau anschliesst, oder auch tiefer in das Periderm eindringt, wobei Evernia Prunastri (L.) die Lenticellen benützt, um da „eine geradezu vernichtende, bis zur vollständigen Zertrümmerung der Zellenlagen in einzelne Zellen und Zellfetzen“ gehende Wirkung zu üben.

In Bezug auf die durch die Einwirkung der Hyphen abgesprengten und im Flechtenthallus eingelagerten Zellen nimmt der Verfasser als möglich an, dass die äusseren Einflüsse (Feuchtigkeit und Luft) die Cellulose erst chemisch veränderten und diese umgewandelten Zellmembranen dann durch die Hyphen aufgelöst werden könnten.

In einem kurzen Schlusscapitel behandelt der Verfasser die Flechten als Schädlinge der Bäume und kommt zu dem Resultate, dass die Flechten jungen Bäumen und Aesten, welche in lebhaftem Wachsthum begriffen sind, nichts anhaben können, dass dagegen bei ungünstigen Standorts- und Ernährungsverhältnissen die Flechten im Stande sind, einen schädigenden Einfluss auf Aeste und jüngere Bäume auszuüben und damit ganze Schonungen zu vernichten mithelfen.

Familler.

W. Detmer, Das pflanzenphysiologische Praktikum. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. Jena 1895. Verlag von Gustav Fischer.

Das in allen Laboratorien bekannte Werk Detmer's liegt in zweiter Auflage vor. Die Eintheilung des Stoffes ist die alte geblieben, im Uebrigen aber besonders in Bezug auf die Vollständigkeit und Reichhaltigkeit des Inhaltes ist das Buch wesentlich verändert und zwar verbessert worden. Fast jeder Abschnitt hat Berichtigungen und Ergänzungen erfahren, der Text des Buches ist um 100 Druckseiten gewachsen, statt der 131 Abbildungen der ersten Ausgabe enthält das Werk 184 Textfiguren. Zum Theil ist die Erweiterung des Textes durch die Fortschritte der Physiologie in den letzten Jahren bedingt, alle wichtigeren neuen Arbeiten bis zur Mitte des Jahres 1894 sind mit Kritik benutzt worden, ausserdem gibt der Verfasser zugleich die Resultate zahlreicher Versuche, die er selber in den letzten Jahren angestellt hat. Zum Theil aber erklärt sich das Anwachsen des Textes auch in anderer Weise. In der alten Auflage hatte der Verfasser fast nur solche Versuche mitgetheilt, die sich ohne grossen Kostenaufwand, und besonders ohne Benützung complicirter Apparate wiederholen lassen, in der neuen Auflage ist zum Vortheil des Werkes von diesem Princip abgesehen worden und als besonders praktisch muss es bezeichnet werden, dass der Verfasser nicht nur die wichtigeren Apparate genau beschreibt und über die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit sein Urtheil gibt, sondern dass er auch nachweist, wo und zu welchem Preise die Apparate bezogen werden können. Auch manche Anweisungen zur Anstellung von Experimenten sind in der neuen Auflage zum Vortheil des Lernenden ausführlicher geworden. Wer z. B. ausschliesslich nach den Angaben der erste Auflage Wasserculturen angesetzt hat, wird schwerlich von Anfang an Erfolge erzielt haben. Die neue Auflage gibt ausser der allgemeinen Anleitung, welche auch die erste enthielt, eine ganze Reihe von Regeln, die meistens das Resultat einer langjährigen Erfahrung sind und deren Befolgung dem Anfänger manche Enttäuschung ersparen wird. Als eine Verbesserung ist ferner auch die Beigabe eines Sachregisters zu bezeichnen. Druck und Ausstattung des Werkes lassen nichts zu wünschen. Gegenüber der ersten Auflage hat das Buch an praktischer Brauchbarkeit sehr viel gewonnen. Giesenhagen.

Eingegangene Litteratur.

Allescher, A., Diagnosen der in der IV. Centurie der Fungi bavarici exsiccati ausgegebenen neuen Arten. S.-A. aus „Allg. Bot. Zeitschrift f. Systematik, Floristik, Pflanzengeographie etc.“ Nr. 2.

— — Einige weniger bekannte Pilze aus den Gewächshäusern des Kgl. Bot. Gartens in München. S.-A. aus „Hedwigia“, Bd. XXXIV, 1895.

— — Mykologische Mittheilungen aus Süd-Bayern. Ibid.

Areschoug, F. W. C., Beiträge zur Biologie der geophilen Pflanzen. S.-A. aus Acta reg. Soc. phys. Lund. T. VI.

— — *Det fanerogama embryots nutrition. Aftrick af Programmet till Filosofie* Doktorspromotionen i Lund. 1894.

Bailey, L. H., Plant-Breeding. Five lectures upon the amelioration of domestic plants. New-York, Macmillan and Co. 1895.

Bayerische Botan. Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora, München. Bibliothekbericht. Fortsetzung Nr. 795—882.

Beckett, T. W. N., On four new species of New Sealand Musci Extr. from Transactions of the New Zealand Institute 1893, Vol. XXVI.

— — On New Zealand Mosses. Ibid. Vol. XXVII.

Bonnier, M. G., Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Extrait des Annales des Sciences naturelles, Botanique, t. XX.

Botanical Magazine. Vol IX, Nr. 105, 106. Vol. X, Nr. 107. Tokyo 1896.

Bower, P. O., Recent work of mosses and ferns. Science Progress Vol. IV, Nr. 23.

— — Preliminary *statement on the sorus of Danaea.* 1895.

Brand, F., Ueber die Vegetationsverhältnisse des Würmsees u. seine Grundalgen. S.-A. aus „*Bot. Centralblatt*“ Bd. LXV, 1896.

Bulletin de la Société botanique de France, Tome 42, troisième série, Tome II.

Burkill, J. H., Teratological observations on Parnassia palustris L. From the „Journal of Botany“ January 1896.

— — On some variations in the number of stamens and carpels. Extracted from the Linnean Society's Journal (Botany), Vol. XXXI.

Campbell, D. H., A new Californian liverwort. (Botan. Gazette 1896.)

Contributions from the U. S. National Herbarium Vol. III, Nr. 5 u. 6.

Correns, C., Zur Physiologie der Ranken. S.-A. aus d. Bot. Zeitung 1896, Heft 1.

— Zur Physiologie von Drosera rotundifolia. Ibid. Heft II.

— — Ueber die Brutkörper der Georgia pellucida u. der Laubmoose überhaupt. S.-A. aus d. Ber. der Deutschen Bot Gesellschaft. Jahrg. 1895, Bd. XIII, Heft 9.

— — Floristische Bemerkungen über das obere Ursernthal. S.-A. aus d. Ber. d. schweizerischen bot. Gesellschaft Heft V, 1895.

Czapek, F., Ueber die *Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger anderer* plagiotroper Pflanzentheile. Aus d. Sitzungsberichten der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Classe; Bd. CIV, Abth. I.

Engler, A., Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Deutsch-Ost-Afrika u. den Nachbargebieten. Deutsch-Ost-Afrika Bd. V, Theil A.

Fünfstück, M., Die Fettabscheidungen der Kalkflechten (Nachtrag). S.-A. aus Beiträge zur wissensch. Botanik Bd. I, Abt. 2.

Fryii, K., On the nature and origine of so-called „Chichi“ (nipple) of Ginkgo biloba L. (Preliminary note) 1895. Reprinted from the Botanical Magazine Vol. IX, Nr. 105.

Garcke, A., Ueber einige Malvaceengattungen. S.-A. aus Engler's bot. Jahrbüchern. XXI. Bd., 4. Heft, 1896

Groom, P., Contributions to the knowledge of monocotyledonous Saprophytes. *Extracted from the Linnean Society's Journal* (Botany), vol. XXXI.

Guignard et M. C. Sauvageau. Sur un nouveau microbe chromogène, le Bacillus Chlororaphis. *Extrait des Comptes rendus des séances de la Société de* Biologie.

Haycraft, J. B., The rôle of sex. Part. I. Reprinted from „Natural Science“ Vol. VII, Nr. 43, 44, 45.

Heffter, A., Ueber Cacteenalkaloïde. S.-A. aus den Ber. d. Deutschen Chem. Gesellschaft. Jahrgang XXIX, Heft 2.

Heinricher, E., Iris pallida Lam., abavia, das Ergebniss einer auf Grund atavistischer Merkmale vorgenommenen Züchtung und ihre Geschichte. S.-A. aus dem „Biolog. Centralblatt“, Bd. XVI, Nr. 1.

Humphrey, J. E., On some constituent of the cell. Annals of Botany, Vol. IX, Nr. XXXVI.

Jack, J. B., Ernst Stitzenberger. S.-A. aus „Hedwigia“, Bd. XXXV, 1896.

Jahn, E., Ueb. Schwimmblätter. S.-A. aus Beiträge zur wissensch. Botanik, Bd. 1, Abt. 2.

Jeffrey, E., Polyembryony in Erythronium americanum. Annals of Botany, Vol. IX, Nr. XXXVI, 1895.

Keller, Ida A., Notes on the study of the cross-fertilization of flowers by insects. Natural sciences of Philadelphia, 1895.

Keller, R., Flora von Wintherthur. II. Theil, 1896. Nachträge zum 1. Theil.

Kihlmann, A. O., Travaux géographiques exécutés em Finlande jusqu'en 1895. Société de géographie de Finlande.

— — Nattfrosterna i Finland 1892. Fennia 8, Nr. 4.

— — Nattfrosterna i Finland 1893. Fennia 10, Nr. 3.

— — Nattfrosterna i Finland 1894. Fennia 12, Nr. 4.

Klebahn, H., Kulturversuche mit heteröcischen Rostpilzen. III. u. IV. Bericht. Aus der Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten V.

Klein, L, Fünfter Bericht über die Thätigkeit der Grossherzoglich-badischen Landwirthschaftlich-botanischen Versuchsanstalt zu Karlsruhe in den Jahren 1888—1894 und (zum Theil) 1895.

Klemm, P., Desorganisationserscheinungen der Zelle. S.-A. aus d. Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. XXVIII, Heft 4.

Kny, L., Ueber die Aufnahme tropfbar-flüssigen Wassers durch winterlich entlaubte Zweige von Holzgewächsen. S.-A. aus den Ber. der Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrg. 1895, Bd. XIII, Heft 8.

Kolkwitz, R., Ueber die Verschiebung der Axillartriebe bei Symphytum officinale. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrgang 1895, Bd. XIII, Heft 6.

— — Beiträge zur Mechanik des Windens. Ibid. Heft 10.

Le Jolis, A., Lettre à M Malinvaud. Extrait du „Bulletin de la Société botanique de France“ t. XLII.

Lermer u. Holzner, Beiträge zur Kenntniss des Hopfens. Die Wurzeln. S.-A. aus der Zeitschrift für das ges. Brauwesen XIX, 1896.

Lister, A., Guide to the British Mycetozoa exhibited in the Department of botany, British Museum (Natural History) 1895.

Loew, O., Das Asparagin in pflanzenchemischer Beziehung. S.-A. aus „Chemikerzeitung“ 1896, 20, Nr. 16.

Mattirolo, O., Edoardo Rostan. Estratto dal Giornale Malpighia, Anno VIII, Vol. VIII.

— — e P. A. Saccardo. Contribuzione allo studio dell' „Oedomyces leproides“ Sacc., nuovo parassita della Barbabietola. Ibid. anno X.

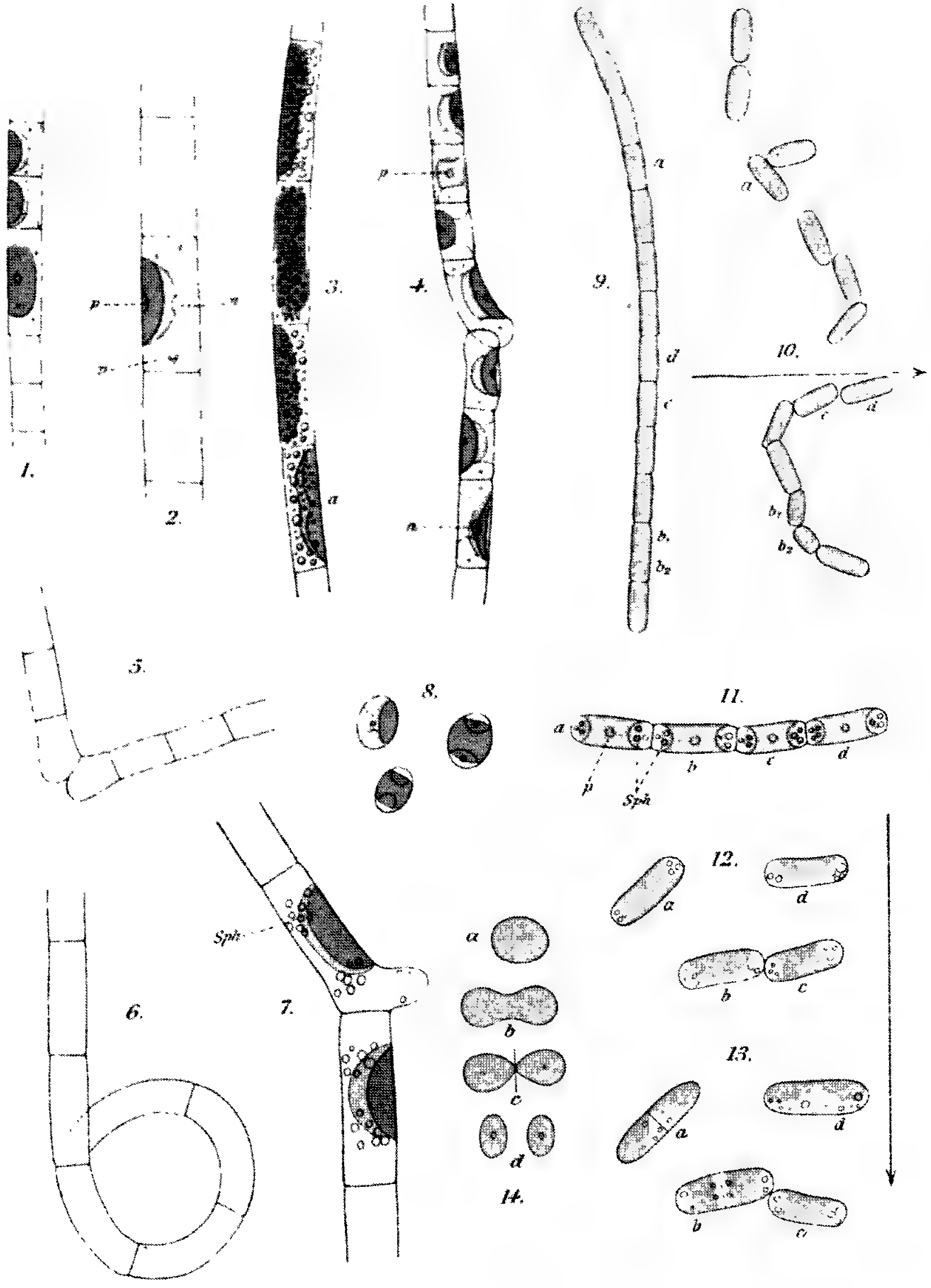
Minnesota Botanical Studies, Bulletin Nr. 9, Part VII, 1895.

Möbius, M, Ueber Entstehung und Bedeutung der geschlechtlichen Fortpflanzung im Pflanzenreiche. S-A. aus dem „Biolog. Centralblatt“, Bd. XVI, Nr. 4.

Montemartini, L., Schäden von Warmhauspflanzen durch Protococcus caldariorum (Magnus) verursacht. S.-A. aus d. „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“ V. Bd. 5. Heft.

Müller, O., Die Ortsbewegung der Bacilliaraceen. III. S.-A. aus d. Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft, Jahrg. 1896, Bd. XIV, Heft 1.

St subtilis (Figg 1-8) St bacillaris (Figg 9-14)


1.
2.
p
p
3.
a
4.
p
a
5.
6.
7.
Sph
8.
9.
a
d
c
b₁
b₂
10.
a
c
d
b₁
b₂
11.
a
p
Sph
b
c
d
12.
a
b
c
d
13.
a
b
c
d
14.
a
b
c
d

[illegible] del. [illegible]

Die N. G. Elwert'sche Universitätsbuchhandlung in Marburg i. Hessen

empfiehlt ihr fast vollständiges Lager

aller Publikationen der Universität Marburg

speciell auf botanischem Gebiete,

Dissertationen, Habilitationsschriften, Programme und andere Gelegenheitsschriften.

Aus unserem **Antiquariatslager** empfehlen wir besonders:

Thomé, Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.
4 Bände mit über 600 colorirten Tafeln. Gera 1886—89. Sehr gutes, wie neuerhaltenes in Halbfranz gebundenes Exemplar. (ℳ 54.— neu) ℳ 35.—

A. de Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomiceten.
Mit 101 Holzschnitten und 1 Kupfertafel. Leipzig 1866. Vergriffen und selten. ℳ 9.—

H. Karsten, Deutsche Flora.
Pharmazeutisch-medicinische Botanik. Mit Abbildungen von 1138 Pflanzenarten. gr. 8⁰. Berlin 1880—83. Schönes in Halbleder gebundenes Exemplar. (ℳ 23.— neu) ℳ 14.—

L. B. F. Marschall a Biberstein, Flora taurico-caucasica exhibens stirpes phaenogamas in Chersoneso taur. et regionibus caucas. sponte crescentes.
3 voll. Charkow 1809. (ℳ 26.— neu) ℳ 8.—

J. Miller, Illustratio system. sexualis Linaei. 2. edit. rev. p. M. B. Borkhausen.
Mit 108 colorirten Tafeln. Gr. Fol. Frankfurt 1804. (ℳ 228.— neu) ℳ 20.—

J. Sachs, Vorlesungen über Pfanzen-Physiologie.
Mit 455 Holzschnitten. Leipzig 1882. Sehr gut erhaltenes Exemplar. Wie neu. (ℳ 22.— neu) ℳ 10.—

J. Wiesner, Elemente der wissenschaftichen Botanik.
Band I. Elemente der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 2. Aufl. Mit 84 Holzschnitten. Wien 1885. (Mk. 7.— neu) ℳ 4.50
Band II. Elemente der Organographie, Systematik und Biologie der Pflanzen. Mit 269 Holzschnitten. Wien 1884. (ℳ 10.—) ℳ 6.—

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung, Marburg i. Hessen.

Oscar Eberdt,

Die Transpiration der Pflanzen und ihre Abhängigkeit von äusseren Bedingungen.

Mit 2 lithographischen Tafeln und 2 Holzschnitten. gr. 8⁰. VI, 97 S.
Preis Mk. 4.—.

Botanische Hefte.

Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg.

Herausgegeben von **Albert Wigand.**

I. Heft.

Mit 5 Tafeln. gr. 8⁰. IV, 227 S. Preis Mk. 6.—

Inhalt: A. MEYER, Ranunculaceae (mit 1 Tafel).
W. JÄNNICKE, Papilionaceae (mit 1 Tafel).
E. DENNERT, Cruciferae (mit 1 Tafel).
W. HOFFMANN, Beiträge zur Diatomeen-Flora von Marburg.
F. G. KOHL, Plasmavertheilung u. Krümmungserscheinungen (mit 1 Taf.).
A. WIGAND, Studien über Protoplasmaströmung in der Pflanzenzelle (mit 1 Tafel).

2. Heft.

Mit 4 Tafeln. gr. 8⁰. IV, 243 S. Preis Mk. 6.—.

Inhalt: O. LOHRER, Beiträge zur anatomischen Systematik (vergleichende Anatomie der Wurzel) (mit 2 Tafeln).
A. WIGAND, Ueber Krystall-Plastiden.
— Bacterien innerhalb des geschlossenen Gewebes der knollenartigen Anschwellungen der Papilionaceen-Wurzeln (mit 1 Tafel).
— Beiträge zur Pflanzen-Teratologie (mit 1 Tafel).
E. DENNERT, Die anatomische Metamorphose der Blüthenstandaxen (mit 1 Tafel).
A. WIGAND, Die rothe und blaue Färbung von Laub und Frucht.

3. Heft, herausgegeben von **E. Dennert.**

gr. 8⁰. X, 294 S. Preis Mk. 7.—.

Inhalt: A. WIGAND, Das Protoplasma als Fermentorganismus.

Druck von Val. Höfling, München, Kapellenstr. 3.

Ay/5 (343

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

82. BAND.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL
Professor der Botanik in München.

Heft III mit 3 Tafeln und 71 Textfiguren.
Erschienen am 4. Juli 1896.

Inhalt. JULIUS SACHS, *Physiologische Notizen. X. Phylogenetische Aphorismen und über innere Gestaltungsursachen oder Automorphosen* . . . Seite 173—223
WITOLD v. LAZNIEWSKI, Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen . . „ 224—267
Dr. HUGO GLÜCK, Ein deutsches Coenogonium . . . . „ 268—285
G. KARSTEN, Untersuchungen über Diatomeen . . . . „ 286—296
W. SCHMIDLE, Süsswasseralgen aus Australien . . . . „ 297—313
FRITZ MÜLLER, Einige Bemerkungen über *Bromeliaceen* . . . . „ 314—328
CARL HEIM, Untersuchungen über Farnprothallien . . . . . . „ 329—373
LITTERATUR: J. Wiesner, *Die Nothwendigkeit des naturhistorischen Unterrichts im medicinischen Studium.* — Dr. E. Roth, *Die Verbreitungsmittel der Pflanzen.* — Dr. K. W. v. Dalla-Torre, *Die volksthümlichen Pflanzennamen in Tirol und Vorarlberg.* — Eugen Warming, *Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie* . . . . „ 374—377
EINGEGANGENE LITTERATUR . . . . „ 377—380

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1896.

☛ Hierzu eine Beilage von **Wilhelm Engelmann**, Verlagsbuchhandlung in **Leipzig** und **Ferdinand Enke**, Verlagsbuchhandlung in **Stuttgart**.

Bemerkung.

Das Honorar beträgt 20 Mk. pro Druckbogen, für die Litteraturbesprechungen 30 Mk. Die Mitarbeiter erhalten 30 Sonderabdrücke kostenfrei. Wird eine gröſsere Anzahl gewünscht, so werden für Druck und Papier berechnet:

Für	10	Exemplare	pro	Druckbogen	Mk.	1.20;	pro	einfarb.	einfache	Tafel	Mk.	—.30
„	20	„	„	„	„	2.50	„	„	„	„	„	—.60
„	30	„	„	„	„	3.80	„	„	„	„	„	—.90
„	40	„	„	„	„	5.—	„	„	„	„	„	1.20
„	50	„	„	„	„	6.50	„	„	„	„	„	1.50
„	60	„	„	„	„	8.—	„	„	„	„	„	2.—
„	70	„	„	„	„	9.20	„	„	„	„	„	2.50
„	80	„	„	„	„	10.50	„	„	„	„	„	3.—
„	90	„	„	„	„	12.—	„	„	„	„	„	4.—
„	100	„	„	„	„	15.—	„	„	„	„	„	5.—

Dissertationen, Abhandlungen systematischen Inhalts, sowie solche von welchen über 100 Sonderabdrücke hergestellt werden, werden nicht honoriert; für solche, die umfangreicher als 4 Bogen sind, werden nur 4 Bogen honoriert; die Kosten für Abbildungen hat bei Dissertationen der Verfasser zu tragen; ebenso bei fremdsprachigen Manuskripten die Kosten der Übersetzung. Die Zahlung der Honorare erfolgt nach Abschluſs eines Bandes. Der Bezugspreis eines Bandes beträgt 18 Mark. Jedes Jahr erscheint ein Band im Umfang von mindestens 30 Druckbogen, nach Bedürfniſs schlieſsen sich an die Jahrgänge Ergänzungsbände an, welche besonders berechnet werden.

Manuskripte und Litteratur für die „Flora“ sind an den Herausgeber, Herrn Prof. Dr. Goebel in **München**, Nymphenburgerstr. 50/III zu senden, Korrekturen an die Druckerei von Valentin Höfling, München, Kapellenstraſse 3. Alle geschäftlichen Anfragen etc. sind zu richten an die unterzeichnete Verlagshandlung.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung
Marburg (Hessen-Nassau).

Physiologische Notizen.

Von

Julius Sachs.

X.

Phylogenetische Aphorismen und über innere Gestaltungsursachen oder Automorphosen.

§ 1. Die vorliegende Notiz soll ebensowenig wie die früheren ihren Gegenstand erschöpfend behandeln, sondern nur auf einige Gesichtspunkte hinweisen, die mir wichtig und fruchtbar scheinen. Man könnte glauben, es handle sich hier um eine kritische Abhandlung über natürliche Systematik; das ist jedoch nur insoweit der Fall, als ich den Versuch wage, aus dem gegenwärtig allgemein angenommenen System der grossen natürlichen Abtheilungen des Pflanzenreiches zunächst phylogenetische Gruppirungen abzuleiten, um, gestützt auf diese letzteren, allgemeine Sätze zu formuliren, die, wie ich glaube, einen tieferen Einblick in das Wesen der natürlichen Verwandtschaft gestatten und speciell kommt es mir darauf an, aus den grössten phylogenetischen Verwandtschaftsgruppen, die ich als Architypen bezeichne, die inneren Gestaltungsursachen zu erkennen, welche im Gegensatz zu den formativen Reizwirkungen, aber in Verbindung mit denselben, die Gestaltungsprocesse im Pflanzenreich hervorgerufen haben. Ich bin zu der Ueberzeugung gelangt, dass das, was man innere Gestaltungsursachen nennt, am besten durch eine sorgfältige morphologische Betrachtung der Architypen erkannt werden kann; das natürliche System in der Form, wie es in den botanischen Lehrbüchern und in eigentlich systematischen Werken gewöhnlich dargestellt wird, wäre für meinen Zweck ungeeignet.

Um Missverständnissen auszuweichen, wird es gut sein, an das in Notiz VIII Gesagte anzuknüpfen und einige einleitende Bemerkungen vorauszuschicken.

§ 2. Die Forschungen auf dem Gebiet der causalen oder physiologischen Morphologie haben bereits eine lange Reihe von Thatsachen zu Tage gefördert, die wir als formative oder gestaltende Reizwirkungen bezeichnen können und ich selbst habe seit 1859 nach und nach derartige Beobachtungen gemacht und andere dazu angeregt, zumal das principiell Wichtige gegenüber den Lehren der bloss formalen Morphologie immer wieder hervorgehoben.

Insofern die formativen Reizwirkungen durch äussere Eingriffe in die inneren Gestaltungsprocesse verursacht werden, kann man wohl auch kurz von äusseren Gestaltungsursachen reden, wobei jedoch nicht zu vergessen ist, dass die äusseren Einwirkungen (durch Licht, Schwere, Druck, chemische Wirkungen und ihre correlativen Folgen) eben nur insofern formativ oder gestaltend wirken können, als sie den in der Pflanze selbst schon thätigen inneren Gestaltungsvorgängen begegnen, so dass also die formativen Reizwirkungen das Vorhandensein eines inneren Gestaltungstriebes [1]) oder einer Automorphose schon voraussetzen. Ich habe in der Notiz VIII einige derartige Fälle namhaft gemacht als Photomorphosen und Barymorphosen, denen sich naturgemäss auch die Hydromorphosen [2]) und andere anschliessen würden. Dem Zweck jenes Aufsatzes entsprechend, hob ich nur solche Fälle hervor, wo die formativen Reizwirkungen einen hohen Grad von Erblichkeit erreicht haben und im Pflanzenreich so verbreitet sind, dass wir in ihnen wesentliche Factoren der gesammten vegetabilischen Gestaltung erkennen, wie ich diess specieller an der Blattbildung als Photomorphose darlegte. Der grosse Einfluss, den zumal die Photo- und Barymorphosen, zum Theil auch die Hydromorphosen auf die Gesammtgestalt der Pflanzenwelt ausüben, wird noch dadurch vertieft, dass dieselben mit Correlationserscheinungen der mannigfaltigsten Art sich verbinden und so die causale Einsicht in die Formenwelt des Pflanzenreiches erweitern. Jede genau erforschte und in ihren Folgen erkannte formative Reizwirkung kann die Ursache unzähliger Gestaltungen sein, wie es überhaupt im Wesen der causalen Forschung liegt, allgemein fruchtbar zu sein im Gegensatz zur teleologischen Anschauung, die ihrem Wesen nach nur immer mit Einzelheiten zu thun haben kann; auch betonte ich dort als einen Vorzug der physiologisch-morpholo-

---

1) Dass ich das Wort „Gestaltungstrieb“ nur der Kürze wegen zur Bezeichnung aller inneren Gestaltungsursachen brauche, habe ich schon in einer der früheren Notizen gesagt.

2) Zu den letzteren würden, gewissermassen als negativer Fall, auch die Xerophyten (Xeromorphosen) gehören. Für die Pilze und phanerogamischen Parasiten und Saprophyten, deren Eigenart durch die Ernährung ohne Chlorophyll bedingt wird, fehlt es augenblicklich an einem passenden Namen, der mit Morphose zu verbinden wäre; oder würde sich etwa „Apochlorose“ für die durch Chlorophyllmangel erzeugten Gestaltungen empfehlen? Es wäre nach dem Schema von „Apogamie“ gebildet.

gischen Forschung, dass sie ihre Resultate auf experimentellem Wege erlangt wie die anderen Naturwissenschaften und desshalb einen hohen Grad von Sicherheit in ihren Schlussfolgerungen beanspruchen darf.

Aber nicht alle Gestaltungen der Organismen lassen sich so ohne Weiteres und schon bei dem jetzigen Zustand der Wissenschaft auf äussere Einwirkungen zurückführen; sogar die grosse Mehrzahl der Gestaltungsprocesse widersetzt sich dem Experiment und lässt uns somit theilweise im Zweifel über die Verkettung von Ursachen und Wirkungen im Verlauf der Entwickelungsgeschichte oder Ontogenese einer beliebigen Species und ebenso betreffs der phylogenetischen Verwandtschaft verschiedener Typen. Das Princip der Causalität scheint sozusagen seine Geltung zu verlieren, wenn man beachtet, dass das Samenkorn einer Pflanze, das befruchtete Ei eines Thieres, eine lange Reihe von Umgestaltungen an seinem Embryo stattfinden lässt, ohne dass andere physikalische Factoren als Wasser, Sauerstoff und eine in ziemlich enge Grenzen eingeschlossene Temperatur einwirken und wenn wir in diesen auch die allgemeinen Zoomotoren oder Lebenserreger erkennen, so finden wir in ihnen doch keine specifischen Gestaltungsmotive, auf die es uns ja ankommt; wir erkennen in ihnen nicht die Ursache davon, dass aus einem Weizenkorn wieder nur eine Weizenpflanze heranwächst, auch nicht, dass die Entwickelung der Tochterpflanze genau in derselben Reihenfolge der Gestaltungen verläuft, durch welche die Mutterpflanze ihre Ontogenese begann und vollendete. Diese Noth war es offenbar, die einst Hanstein veranlasste, die Organismen als materielle Nachbildungen platonischer Ideen zu bezeichnen, womit natürlich jedes Causalverständniss und jede wissenschaftliche Forschung ausgeschlossen war. Thatsächlich kann man sagen, die einzige *sicher bekannte* Ursache, die es bewirkt, dass aus einem Weizenkorn eine Weizenpflanze wird, nicht aber eine andere Pflanze, liegt darin, dass das Korn von einer vorausgehenden Weizenpflanze abstammt, also in der Thatsache, die man als Erblichkeit bezeichnet.

Es kommt also darauf an, was man sich unter dem Wort „Erblichkeit“ zu denken hat. Einen ersten Schritt glaubte ich in dieser Richtung dadurch zu thun, dass ich als „Axiom der Ontogenese“ den Satz aufstellte, dass jeder folgende Schritt in den Gestaltungsvorgängen die nothwendige Wirkung der vorausgehenden sei. Viel war damit nicht gewonnen, aber doch immerhin eine gewisse allgemeine Orientirung auf einem Gebiet, wo es zunächst gilt, überhaupt einen Weg zu finden. Ein zweiter Weg lag für mich in der Erkenntniss, dass die Thatsache, die wir mit dem Namen Erblichkeit belegen, doch weiter nichts ist, als die Wiederholung der Ontogenese einer Species; auch damit ist noch nicht viel gewonnen, aber doch das Geheimnissvolle beseitigt, was Manche sich unter Erblichkeit denken, die man gewissermaassen als eine Naturkraft sich vorstellt im Sinne physikalischer Kräfte oder Energieen. Wenn man etwa einwenden wollte, dass im Laufe der individuellen Entwickelung oder Ontogenese doch häufig auch äussere Eingriffe zur Vollendung mitwirken müssen, so ist zu erwiedern, dass die formativen Reize zu gegebener Zeit nur nach Maassgabe aller derjenigen Eigenschaften wirken können, welche das wachsende und sich gestaltende Individuum bis zu diesem Zeitpunkt bereits gewonnen hat. Eines der schönsten Beispiele dafür gibt uns der Epheu, der erst dann seine zweite Vegetationsform mit nicht kletternden radiären und orthotropen Fruchtsprossen¹) gewinnt, wenn die plagiotropen Klettersprosse genöthigt sind, sich horizontal zu legen, gleichgiltig, wie hoch über der Erde, d. h. also in welchem Alter der Pflanze dies geschieht: an einer fünf Fuss hohen Mauer oder an einer 20 Fuss hohen; an hohen Baumstämmen tritt selbst bei 30 bis 40 Fuss Höhe der Umschlag in den Gestaltungsvorgängen noch nicht ein und die Pflanze bleibt unfruchtbar und dorsiventral. — In ganz andrer Weise lehren die Gallenbildungen etwas Aehnliches, wie ich in Notiz VII schon sagte: Die Gallen, welche an dem morphologisch maassgebenden Vegetationspunkt entstehen, nehmen die Form differencirter Pflanzengebilde an, die weiter vom Vegetationspunkt entfernten an den schon in Streckung begriffenen Sprosstheilen entstehenden Gallen thun dies nicht, bilden aber bestimmt geformte, innerlich hoch organisirte Gewebekörper, wie die auf unseren Eichenblättern entstehenden Galläpfel und knopfähnlichen von Neuroterus erzeugten. Wird der Gallen bildende Reiz von dem Insect noch weiter entfernt vom Vegetationspunkt gesetzt an Sprosstheilen, in welchen die Gewebedifferenzirung schon weit fortgeschritten ist, wo die Gestaltungskräfte schon fast erschöpft sind, da erscheinen die Gallen meist als blosse Wülste und Verunstaltungen von Blättern und Internodien; es kommt eben nicht bloss auf die Natur des Reizes, sondern auch ebenso sehr auf den Entwickelungszustand des gereizten Pflanzentheiles an, ein Satz, den ich für einen principiell sehr wichtigen halte, wenn es sich um formative Reizwirkungen handelt.²)

---

1) Vergl. Sachs, „Gesammelte Abhandl.“ II p. 1036 ff.

2) Vergl. Sachs, „Wachsthumsperioden u. Bildungsreiz“, Flora 1893 p. 217 ff.

Da nun das Grundproblem der vorliegenden Frage darin liegt, dass jede specifische Ontogenese eine überaus genaue Wiederholung der vorausgehenden Ontogenesen darstellt, so kommt es nun weiter darauf an, uns eine Vorstellung davon zu erwerben, warum das so ist, d. h. mit anderen Worten, was Erblichkeit bedeutet. Ich glaube, in dieser Beziehung einen ersten Schritt in der Notiz IX gethan zu haben[1], indem ich zeigte, dass jede folgende Ontogenese eine directe Fortsetzung der vorausgehenden Ontogenesen ist oder, wie ich es schon 1882 in meinen „Vorlesungen“ (p. 940) bezeichnete, dass es eine Continuität der embryonalen Substanz gibt, durch welche die consecutiven Generationen untereinander zu einem einzigen einheitlichen Lebensprocess verbunden werden, wogegen die aus dem embryonalen Gewebe entstandenen somatischen Theile des Organismus periodisch zu Grunde gehen. Aus einem Rest der embryonalen Substanz einer Generation entsteht die folgende. Dieser Rest ist in den ausdauernden Vegetationspunkten, in Sporen und Sexualorganen vertreten.[2] — In Notiz IX legte ich dar, dass die Energidentheile (Protoplasma, Chromatophore, Chromatin, Centrosomen) nur durch Theilung schon vorhandener entstehen, dass dies nothwendig aus der Ernährung zwischen ihren Elementartheilen (Molekülen) folgt und dass das Wachsthum der Energiden aus demselben Grunde durch Intussusception stattfindet. Auf diese Weise werden immer neue embryonale Energiden erzeugt, von denen ein Theil in den somatischen Process übergeht und schliesslich dem natürlichen Tode anheimfällt, während ein kleiner Rest für die neue Generation übrig bleibt.

Darin besteht nun meiner Ansicht nach die materielle Begründung der Erblichkeit und, wie das eben Gesagte zeigt, beruht dieselbe in letzter Instanz auf der Ernährung durch Intussusception der Energidentheile. Damit ist aber gesagt, dass die Continuität der embryonalen Substanz seit dem Uranfang alles Lebens gleichbedeutend ist mit der Erblichkeit und dass diese, d. h. die beständige Wiederholung, in der Verkettung der Ontogenesen liegt und schon in dem ursprünglichsten aller Lebensvorgänge, nämlich in der Ernährung durch Intussusception gegeben ist.

Eine weitere Ausführung dieses Gedankengangs würde hier zu weit führen und diejenigen Leser, die sich mit derartigen Betrachtungen selbst beschäftigen, werden auch die Thatsachen sich selbst zurechtlegen können. Es kommt eben nur darauf an, aus dem ungeheuren Reichthum der Litteratur, die hier kurz gegebene Gedankenverknüpfung herauszufinden, ohne sich in phantastische Theorien zu verlieren; das von mir Gesagte schliesst sich, wie ich glaube, Wort für Wort an die Ergebnisse der neueren Forschungen an und hält in jedem Punkte das Causalitätsprincip fest.

---

[1] Flora 1895 p. 405 ff.

[2] Bei einzelligen Pflanzen und selbst noch bei Moosen in jeder Zelle enthalten, wie die Brutknospen und das aus allen Theilen entstehende Protonema zeigen

§ 3. Es könnte scheinen, als ob die vorausgehenden Betrachtungen dem eigentlichen Thema dieses Aufsatzes, wo es sich wesentlich nur um phylogenetische Verwandtschaft handelt, fern lägen; aber von dieser kann man kaum reden, ohne vorher über das Wesen der Erblichkeit im Reinen zu sein. Nun handelt es sich bei der phylogenetischen Morphologie nicht bloss um die fortwährende Wiederholung der Gestaltungsprocesse einer Species, von denen ich vorhin redete, sondern gerade um die Abweichungen von der blossen Wiederholung; es handelt sich darum, dass wir vom Standpunkt der Descendenztheorie annehmen, dass morphologisch verschiedene Gestaltungen aus ursprünglich gleichartigen hervorgegangen sind und dass sich diese Abzweigung neuer Formenreihen in der Art vollzog, dass aus ursprünglich einfachen Formen gelegentlich complicirtere und immer complicirtere hervorgegangen sind. Nicht als ob alle Individuen einer Species gleichzeitig oder auch nach einander diesen Process durchmachten; natürlicher ist die Annahme, dass von den zahlreichen Individuen, welche seit undenklichen Zeiten den gleichen Entwickelungsprocess durchmachten, hier und da einzelne in abweichende Bahnen geriethen, was sich im Verlaufe der ontogenetischen Verkettung wiederholen konnte, so dass neben den neu entstandenen Formen auch die ursprünglichen sich erhielten, so lange die Lebensbedingungen es erlaubten. Wir lassen hierbei einstweilen die Frage ganz ausser Acht, ob deutlich verschiedene Formen plötzlich auftraten oder ob dies in unmerklich feinen Abstufungen stattfand. Meiner Ansicht nach ist beides möglich, muss aber für bestimmte Fälle so oder so festgestellt werden. Ich werde in einem späteren Aufsatz zeigen, dass gewisse Varietätenbildungen nur sprungweise eintreten konnten und sehr wahrscheinlich hat dies in sehr vielen Fällen stattgefunden. Ueber diese Dinge ist ja unsäglich viel geschrieben worden, ohne dass man ein sicheres Ergebniss erzielt hätte. Mir kommt es aber im Folgenden darauf an, die Frage zu discutiren, in wie weit die Entstehung neuer Formenreihen oder Typen entweder durch äussere formative Reize veranlasst wurden oder aber durch Antriebe, welche in dem Wesen der Energiden selbst liegen, also durch innere Ursachen.

Da ich mich seit langen Jahren immer wieder mit Constatirung formativer Gestaltungsreize im oben angegebenen Sinn bethätigt habe, so kommt es mir jetzt darauf an, die Gestaltungsprocesse der Pflanzenwelt auch von der anderen Seite ins Auge zu fassen, zu untersuchen, ob es neben den äusseren Gestaltungsursachen auch innere wirklich gibt. Diese Frage lässt sich meiner Ansicht nach, wie ich schon in Notiz VIII andeutete, mit grösserer Sicherheit behandeln, wenn man die *grossen* Verwandtschaftsgruppen des Pflanzenreichs genauer studirt und unter sich vergleicht. Der Grund ist, wie ich glaube, leicht einzusehen: Geht man bei den phylogenetischen Fragen von der Vergleichung der Varietäten und Species aus, so hat man es fortwährend mit verwirrenden Nebenfragen zu thun, besonders die in dem Begriff Anpassung oder Adaptation liegenden Unklarheiten stören eine geordnete Betrachtung und erschweren die Erkenntniss der rein morphologischen im Gegensatz zu den physiologischen Merkmalen. Dies fällt weg, wenn man die grossen Verwandtschaftsgruppen vergleicht und ihr Wesen studirt. Physiologische Merkmale und sog. Anpassungen fallen dann ganz weg aus unserer Betrachtung und nur die eigentlich morphologischen haben wir zu beachten; morphologisch sind aber diejenigen Merkmale, welche sich ausschliesslich aus der Vergleichung der Formen ohne jede Rücksicht darauf ergeben, ob sie zufällig für die Existenz und Lebensweise einer Species von Bedeutung sind.[1]) Will man z. B. die Verwandtschaftsverhältnisse, die Phylogenese und Ontogenese der Gefässkryptogamen charakterisiren, so kann das ausschliesslich nur durch rein formale morphologische Merkmale geschehen, weil ja innerhalb dieser grossen Verwandtschaftsgruppe die allerverschiedensten Anpassungen (an Standort, Beleuchtung u. s. w.) und physiologischen Einrichtungen der einzelnen Species und Gattungen vorkommen. Auch haben die grössten Systematiker, ohne sich über die Gründe auszusprechen, die von ihnen aufgestellten grossen Verwandtschaftsgruppen oder Typen immer nur durch formale Merkmale charakterisirt und die physiologischen, biologischen, adaptiven Merk-

---

1) Auch durch innere Ursachen können formative Vorgänge entstehen, die unmittelbar nützlich für die Species sind und wie Adaptation aussehen; für ein instructives Beispiel halte ich Goebel's Darstellung der Elaterenbildung bei Lebermoosen (Flora 1895 p. 13 u. p. 34).

male nur bei den kleinsten Verwandtschaftskreisen mit erwähnt; die grossartige Wirkung, welche Wilhelm Hofmeister's vergleichende Untersuchungen 1851 in der Geschichte der Botanik hervorriefen, verdankte dieses Werk wesentlich nur dem Umstand, dass der Forscher bei den Moosen, Equiseten, Farnen, Bärlappen und Gymnospermen sich ausschliesslich um die rein formalen morphologischen Merkmale und ihre Ontogenese kümmerte und so zu dem Resultat gelangte, dass die genannten Gruppen zu einer einzigen grossen Verwandtschaftsgruppe gehören, was aus der Betrachtung ihrer physiologischen und biologischen Merkmale früher zu erkennen nicht möglich war. Aber freilich dauerte es noch viele Jahre, bis den Botanikern dieses grosse Resultat klar einleuchtete, die damals noch jüngere Generation lernte Hofmeister's Ergebniss eigentlich erst durch mein Lehrbuch 1868 kennen, denn früher glaubten viele Systematiker, z. B. Lindley noch 1853, dass die grössten Gruppen des Pflanzenreiches auf physiologische Merkmale gegründet werden müssten. Uebrigens habe ich mich ausführlich in meiner Geschichte der Botanik (1875) über diese Frage ausgesprochen, die ich hier nur desshalb kurz berührte, weil sich in neuester Zeit ein Rückschritt der Litteratur in diesem Sinne geltend macht. [1])

Altem Herkommen gemäss pflegt man unter Physiologie die Erforschung der Leistungen und Arbeiten der schon vorhandenen, sogar fertig ausgebildeten Organe zu verstehen und ihr die Betrachtung der Form der Organe, besonders die ihrer Entwickelung als Morphologie entgegenzustellen. Ich war aber seit langen Jahren der Ueberzeugung, dass auch jedes neu entstehende Pflanzenorgan eine Arbeitsleistung der vorausgehenden Organe sein muss, was ich schliesslich kurz in dem oben ausgesprochenen „Axiom der Entwickelung" aussprach. [2]) Ist das nun richtig und ist jedes neu entstehende Blatt, jedes Sporangium, jedes Sexualorgan u. s. w. durch die Arbeitsleistung der vorausgehenden zu erklären und kann dies experimentell erwiesen werden, so gehört auch die Entwickelungsgeschichte als Fundament der Morphologie in den Kreis der physiologischen Forschung. Die phylogenetische Systematik ist aber nur der geordnete Ausdruck für die Gestaltungsprocesse der

---

1) So z. B. in A. Schenk's Handbuch der Palaeontologie (1890).

2) Flora 1893 p. 221: „Jedes neue Organ ist das Produkt der vorausgehenden"; vergl. auch Goebel, Flora 1895 p. 115, die Worte: „dass die Gestaltungsverhältnisse chlorophyllhaltiger Pflanzen nicht von vorn herein in den Keimzellen angelegt, sondern im Verlauf der Entwickelung bestimmt werden" u. s. w.

Pflanzen und erscheint nach dem Gesagten also auf physiologische Forschung gegründet. Ich habe diese Ansicht in den vorausgehenden „Notizen“ begründet und vertreten und desshalb meine einschlägigen Arbeiten als „Physiologische Morphologie“ (oder causale M.) bezeichnet. Ich wünschte, dass auch die vorliegende „Notiz“ in diesem Sinne aufgefasst würde.

§ 4. Wenn ein Zoologe die Absicht hätte, derartige Fragen zu behandeln, so könnte er das natürliche und phylogenetische System des Thierreiches als etwas Bekanntes bei seinen Lesern voraussetzen, weil die grossen Klassen oder Architypen des Thierreichs (von vereinzelten Zweifeln abgesehen) wissenschaftlich festgestellt und allgemein bekannt sind. In dieser glücklichen Lage befinde ich mich nicht: das natürliche System der Pflanzen ist zwar betreffs der meisten kleineren Gruppen sorgfältig bearbeitet, stellenweise sogar phylogenetisch durchdacht; die grossen Gruppen jedoch, die den 8—9 grossen Architypen des Thierreichs methodisch entsprechen würden, sind für die Pflanzen bis jetzt nicht phylogenetisch klargelegt und selbst die neuesten systematischen Werke zeigen, dass die phylogenetische Auffassung des gesammten Pflanzenreichs noch nicht zum leitenden Princip erhoben ist. Nun können aber die hier zu behandelnden Fragen nur dann klar gemacht und beantwortet werden, wenn das phylogenetische Pflanzensystem zu Grunde gelegt wird. Zum Glück ist aber das sogen. natürliche System, wie es sich eben historisch ohne Descendenztheorie entwickelt hat, soweit ausgebaut, die wichtigsten Typen so genau bekannt, dass es im Grunde nur geringer Arbeit bedarf, dieselben so zu ordnen, dass ein phylogenetisches System, wenn auch lückenhaft und nur in seinen gröbsten Umrissen, zu Stande kommt; soweit dies gegenwärtig etwa unmöglich ist, hat es für meinen Zweck kaum etwas zu bedeuten, da die Folgerungen, die ich betreffs der Phylogenese zu ziehen gedenke, auch dann volle Giltigkeit behalten, wenn ein oder der andere Architypus nur mangelhaft bekannt ist. Trotzdem möchte ich das hier Folgende eben nur als einen Versuch betrachtet wissen zu dem Zweck, aus dem Ergebniss desselben einige physiologisch-morphologische Sätze abzuleiten, was auf anderem Wege nur mit grossen Weitläufigkeiten möglich wäre.

Zunächst will ich mich über den Begriff „Architypus“ aussprechen und wähle als Beispiel1) die „Archegoniaten“.

---

1) Vielleicht trägt es zum Verständniss dessen, was ich meine, bei, wenn ich schon hier erkläre, dass meine Auffassung der Archegoniaten ziemlich genau der-

In der Litteratur fasst man gegenwärtig unter diesem Namen gewöhnlich nur die Moose und Gefässkryptogamen zusammen. Doch ist schon mehrfach die Ansicht ausgesprochen worden, dass die Algenfamilie der Coleochaeten als die einfachste bekannte Urform dieser Gruppe zu betrachten sei. Tiefer hinab lässt sich aber dieser Typus gegenwärtig kaum verfolgen und nur als subjective persönliche Ansicht möchte ich gleich hier bemerken, dass vielleicht auch die Familie der Oedogonieen wegen ihrer Oogonienform mit den Archegoniaten noch in eine phylogenetische Beziehung gesetzt werden könnte; doch ist das für unsere weiteren Betrachtungen unwesentlich.

Sehen wir uns nun nach den höchst entwickelten, vollkommensten¹) Vertretern der ungemein formenreichen Abtheilung der Archegoniaten um, so fällt es auf, dass man als solche schon die heterosporischen Typen der Salviniaceen und Marsiliaceen als Fortsetzungen der Farne, die Selaginellen und Isoeten als oberste Entwickelungsstufen der Lycopodinen gelten lässt. Hiermit werden diese Reihen als „Kryptogamen" oder „Sporenpflanzen" überhaupt abgebrochen und als zweite grosse Abtheilung kommen die Phanerogamen als Samenpflanzen zur Darstellung und diese werden nun in zwei Abtheilungen, als Gymnospermen und Angiospermen gegliedert. Diese Eintheilung entspringt der Ueberschätzung der Samenbildung im Gegensatz zu der Heterosporie der höheren Archegoniaten. Nun aber, woran kein Botaniker zweifelt, sind in der Samenbildung der Gymnospermen zwar alle physiologischen Merkmale der angiospermischen Samen schon vorhanden, aber zugleich, wie ebenfalls niemand bezweifelt und seit Hofmeister's

---

jenigen Pflanzengruppe entspricht, die De Bary in seinem Werk: „Vergl. Morph. u. Biol. der Pilze" (Leipzig 1884) § 32, 33, 34 als „Hauptreihe" des Pflanzenreichs bezeichnet.

1) Das Wort „vollkommen" war früher verpönt und ist auch heute noch bei manchen Naturforschern missliebig, ich glaube aber mit Unrecht. Wenn es sich um biologische und physiologische Einrichtungen handelt, hann man ja wohl zugeben, dass so ziemlich alle Organismen in gleichem Grade „vollkommen" sind; nicht so aber betreffs der Gestaltungen im morphologischen Sinne. Vergleicht man die Fortpflanzungsorgane der Selaginellen mit denen der Coniferen, so erscheinen diese als eine weiter fortgeschrittene Ausbildungsstufe, also als eine vollkommenere Form, die von den Selaginellen noch nicht erreicht worden ist. Diese sind also unvollkommener, ähnlich wie eine keimende Bohne unvollkommener ist, als eine blühende. Die Phylogenetik fasst überhaupt die verschiedenen organischen Formen als Entwickelungs-Stufen auf und statt zu sagen, diese Form sei eine phylogenetisch weiter fortgeschrittene als jene, ist es kürzer zu sagen, sie sei vollkommener und jeder versteht sofort den Ausdruck. Die fortschreitende Wissenschaft erfordert viele neue Termini, conserviren wir daher die guten alten.

Werk feststeht, ist die morphologische Ontogenese der Gymnospermen-Samen nur eine fortgeschrittenere Form der Heterosporie und zwar kehrt dieses rein morphologische Verhältniss zwischen Heterosporie und Samenbildung in den phylogenetischen Reihen mindestens zweimal wieder, insofern wir die Cycadeen als einen aus dem Farntypus, die Coniferen aber als einen aus dem Lycopodinentypus entstandenen phylogenetischen Zweig betrachten können. Die morphologisch so eigenartige Form der Archegonien, die wir von den Coleochaeten und einfachsten Moosen und Farnen bis hinauf zu den heterosporischen Gefässkryptogamen ungetrübt wiederfinden, ist kaum in einer anderen Gruppe so klar und deutlich ausgesprochen und noch dazu durch so bedeutende Grösse ausgezeichnet, wie bei den Gymnospermen; das Prothallium kehrt als Endosperm 1) wieder und die Mikrosporen der Gymnospermen haben seit 40 Jahren das tiefste Interesse der morphologisch thätigen Botaniker gerade dadurch erregt, dass bei ihnen die Rückbildung des männlichen Prothalliums, die schon bei den verschiedenen heterosporischen Archegoniaten begonnen hat, bei den Gymnospermen fortgesetzt wird. Das alles ist feststehendes Eigenthum unserer Wissenschaft und es darf wohl hinzugefügt werden, dass auch die histologischen Eigenschaften, ganz besonders der Bau der Gefässbündel der Gymnospermen, sich eng an die der Gefässkryptogamen anschliesst, wogegen in all diesen Punkten die Gymnospermen von den anderen Samenpflanzen sich auffallend unterscheiden; dies gilt auch von der Verzweigungsweise der Sprosse und anderen hochwichtigen rein morphologischen Merkmalen. Wir können ohne jede Uebertreibung sagen, dass die Gymnospermen von den Angiospermen sich stärker unterscheiden als etwa die Farne von den homoeosporischen Lycopodinen. Der Uebergang von den heterosporischen Gefässkryptogamen zu den verschiedenen Abtheilungen der Gymnospermen ist so allmählich und einleuchtend, wie er zwischen grossen artenreichen Abtheilungen des Pflanzenreiches kaum noch einmal hervortritt und dabei handelt es sich überall gerade um die bedeutungsvollsten, rein morphologischen Verhältnisse, die noch dazu durch die Paläontologie ihre phylogenetische Unterstützung finden, worauf ich unten noch zurückkomme. Wollte man dagegen physiologische, biologische, adaptive Merkmale herbeiziehen, so wäre der

---

1) Jetzt wird das Endosperm der Gymnospermen (und zwar mit Recht im Sinne Hofmeister's) ebenfalls als Prothallium bezeichnet, obgleich man die Gymnospermen von den Prothallioten oder Gefässkryptogamen trennt, um sie den Angiospermen als Samenpflanzen anzuschliessen. — Nebenbei gesagt, was soll der Ausdruck „Pteridophyten“ statt des guten alten „Gefässkryptogamen“?

ganze sinnvolle Zusammenhang zwischen Gymnospermen und Gefässkryptogamen zerstört. Auch hier, wie überall bei der phylogenetischen Betrachtung der grossen Verwandtschaftsgruppen der Organismen tritt uns die Vorstellung entgegen, dass die morphologischen Merkmale rein formaler Natur gewissermaassen das feste Gerippe darstellen, an welchem die physiologischen und biologischen Merkmale der kleineren Gruppen wie blosse Anhängsel erscheinen, ein Bild, welches ja auch in dem bildlichen Ausdruck „Stammbaum“ in etwas anderer Perspective wiederkehrt. Gegen meine hier skizzirte Auffassung könnte man nur mit Unrecht einwenden, dass mit der Samenbildung auch die Befruchtung durch den Pollenschlauch für die Trennung der Gymnospermen von den heterosporischen Kryptogamen und für ihre Vereinigung mit den Angiospermen spricht. Aber man beachte nur, dass die Phylogenese von den homoeosporischen aus zu den heterosporischen dahin strebt, das Prothallium ganz in die weibliche Makrospore hineinzuziehen, dass also nur ein Schritt nöthig ist, das Makrosporangium ganz geschlossen zu halten und so den Kern der Samenknospe (Macrosporangium) zu einem geschlossen bleibenden Gewebekörper auszubilden. In Folge dessen hört die Möglichkeit einer Befruchtung durch schwärmende Spermatozoen auf und der Pollenschlauch tritt als Ersatz dafür ein. Das Verhalten des Pollenschlauches ist also rein physiologisch, seine scheinbar morphologische Bedeutung secundär veranlasst durch die Phylogenese des Makrosporangiums, also kein Grund, die Gymnospermen von den Heterosporen zu trennen, eher das Gegentheil.

Wenden wir uns noch einmal zu den untersten, schon genannten Formen der Archegoniaten zurück, so könnte es nach der hergebrachten Anschauungsweise auffallen, dass sogar aus der scheinbar natürlichen Gruppe der Algen eine kleine Familie herausgerissen werden soll, um den Archegoniaten beigesellt zu werden. Aber auch hier sind es wieder nur Aeusserlichkeiten, die uns die Sache fremdartig machen und nach den älteren Anschauungen müsste man die Coleochaeten schon desshalb hier zurückweisen, weil bei ihnen die Archegonien selbst keine Gewebekörper sind, wie bei allen anderen Archegoniaten; Bauch und Hals des Archegoniums wird von einer einzigen Zelle dargestellt. Nach den Anschauungen jedoch, die ich über die Beziehungen zwischen Grösse und Zellbildung in einer früheren Notiz dargelegt habe, erscheint dies als ein Punkt von untergeordneter Bedeutung, als eine Mechanomorphose. Dass durch die Hereinziehung einer Algenfamilie in den Typus der Archegoniaten nicht etwa ein

Unrecht an den Algen überhaupt verübt wird, soll weiterhin einleuchten, insofern die Algen eigentlich nur eine biologische Abteilung sind; morphologisch genommen ist der Begriff „Algen“ bedeutungslos, man könnte sagen, eine phylogenetische Rumpelkammer, in welcher eine ganze Reihe von Architypen durcheinander liegen, worauf ich unten zurückkomme.

Die jetzt gebräuchlichen Namen Thallophyten, Kryptogamen, Samenpflanzen u. a. haben durch den Fortschritt der Wissenschaft ihre frühere Bedeutung verloren; sie können für den Hausgebrauch (sozusagen) beibehalten werden, nur darf man nicht vergessen, dass sie bei ernster wissenschaftlicher Darstellung des phylogenetischen Pflanzensystems keine Bedeutung haben und nur verwirrend, besonders auf den Anfänger wirken können. Ich hoffe, dass diese manchem vielleicht etwas schroff scheinende Bemerkung im Folgenden ihre ausreichende Begründung finden wird. Die Systematik, auch die phylogenetische, ist ja nicht der letzte Zweck unserer Wissenschaft, so anziehend auch immerhin ein ernstes Studium der Verwandtschaftsverhältnisse ist; vielmehr soll sie, wie die Physiologie, uns einen Einblick in das wahre Wesen der Lebewelt ermöglichen helfen, indem sie zunächst gestattet, die Gesetze und Ursachen der so wunderbaren Gestaltungsvorgänge aufzufinden; dazu ist aber vor allem nöthig, dass auf Grund morphologischer und physiologischer Forschungen die phylogenetischen Gruppirungen richtig durchgeführt werden.

Nach dem bisher Gesagten könnte ich also sagen: Die Archegoniaten stellen in ihrer Gesammtheit einen von den verschiedenen Architypen, und zwar den grossartigsten, des Pflanzenreiches dar; das einfachst organisirte, unterste Formenglied, welches wir bis jetzt als solches in Anspruch nehmen dürfen, liegt in den Coleochaeten; ohne deutliche Uebergangsformen, durch eine phylogenetische Lücke getrennt, schliessen sich die Moose und Gefässkryptogamen als die eigentlich typischen Archegoniaten an. Aber die Gruppe theilt sich sofort in zwei sehr verschiedene Typen, die Moose einerseits, die Gefässkryptogamen andererseits; wir haben jedoch nach den Untersuchungen Goebel's[1]) zu schliessen, dass die einfachsten Moose mit den einfachsten Farnen aus einer gemeinsamen Urform entstanden sind, von der wir annehmen dürfen, dass aus ihr auch die Equiseten und Lycopodinen gleichzeitig hervorgingen. Jede der drei letztgenannten Gruppen

---

1) „Archegoniatenstudien“ in Flora 1892 bis 1896 (1—8).

(vielleicht jedoch fraglich betreffs der hier nur paläontologisch vertretenen Equiseten) hat neben homoeosporischen sehr artenreichen Typen auch einige artenarme, aber zum Theil sehr hoch organisirte (z. B. Marsiliaceen) Untertypen erzeugt. An diese letzteren schliessen sich als höchst organisirte Zweige des Stammbaums die Cycadeen als Gipfelform der Farne, die Coniferen als die der Lycopodinen an. Für die Equiseten, gegenwärtig nur durch eine Gattung als Rest einstigen Formenreichthums vertreten, ist zwar die Abstammung von einer den Gefässkryptogamen gemeinsamen Urform morphologisch gesichert, dagegen sind ihre Gipfelformen, die wir wohl unter den Calamarien der Steinkohlenzeit zu suchen haben, längst von der Bildfläche verschwunden. — Im Gegensatz dazu haben wir an den Gnetaceen offenbar einen abgebrochenen, aber jetzt noch lebenden Ast des Stammbaumes, eine der Gipfelformen der Prothallioten; aber die unteren Glieder fehlen, durch welche diese zwar stark divergirende, aber formenarme Gruppe mit irgend einem Ast am Stammbaum der Gefässkryptogamen zweifelsfrei verbunden wäre. [1])

Ich nenne eine solche phylogenetische Gruppe, wie die der Archegoniaten, von den einfachsten Formen bis hinauf zu den höchst organisirten einen Architypus, der hier also von einer winzig kleinen Algenform bis hinauf zu den Riesen des Pflanzenreiches (den Wellingtonien) emporsteigt. Alle diesem Architypus angehörenden Formen sind untereinander mehr oder weniger in den verschiedensten Abstufungen und Richtungen verwandt und keine dieser Formen ist mit irgend einer Gattung oder Familie eines anderen Architypus verwandt. Nur betreffs der einfachsten rudimentärsten Form eines Architypus kann in letzterer Beziehung ein Zweifel bestehen, insofern noch einfachere Formen vielleicht existirt haben, die ihrerseits möglicherweise verwandt mit den einfachsten Urformen eines anderen Architypus sein könnten. Wäre dies des Fall, dann müssten die

---

1) Während mir der Name Pteridophyten zwecklos und unzutreffend erscheint, möchte ich bei dieser Gelegenheit hervorheben, dass der in Italien bereits eingeführte Ausdruck „Prothallioten“ wirklich einem sprachlichen Bedürfniss abhilft, weil er die Gefässkryptogamen mit den Gymnospermen in eine natürliche Gruppe zusammenfasst. Dass die einfachsten Farne, gewisse Trichomanesarten besonders, kein flächenförmiges Prothallium bilden, hat nicht viel zu bedeuten, weil es sich da eben um phylogenetische Anfangsglieder der Gruppe handelt, die auf gemeinsamen Ursprung mit den Moosen hinweisen. Anderseits erzeugt ja auch das Protonema mancher Laubmoose flächenförmige Organe. Der von Goebel entdeckte phylogenetische Knotenpunkt der Leber- und Laubmoose und Farne lässt das alles natürlich erscheinen.

beiden fraglichen Architypen als die Aeste eines tiefer unten vezweigten Stammes gelten. Allein mit derartigen Vermuthungen geraten wir in das Gebiet der Hypothesen, welches ich wenigstens hier nicht betreten mag; vielmehr halte ich mich an die genau beobachteten Thatsachen. Gewiss ist ja, dass mit den Coleochaeten nicht der allererste Anfang der ganzen Archegoniatengruppe gegeben sein kann, dass vielmehr die Coleochaeten selbst aus einer uns jetzt unbekannten, äusserst einfachen Form hervorgegangen sein müssen; aber diese ist uns jetzt unbekannt und so liegt hiemit der wisssenschaftlich begründete Anfang für uns in den Coleochaeten. Derartige thatsächlich bekannte Urformen eines Architypus werde ich im Folgenden gelegentlich auch als Initialformen bezeichnen, im Gegensatz zu den Gipfelformen, worunter ich die vollkommensten, d. h. höchst differencirten Zweige des Stammbaumes verstehe. Der hergebrachten, in den Lehrbüchern noch vielfach vertretenen Anschauung gegenüber, als ob die grossen Abtheilungen des Pflanzenreiches auch äusserlich ähnliche Gestalten umfassen müssten (was in einigen Fällen auch in geringem Grade zutrifft), erscheint so ein Architypus allerdings recht fremdartig und einem Laien mag es unbegreiflich dünken, wie wir dazu kommen, die kleinsten Moose und Trichomanesarten (Farne) in eine phylogenetische Verwandtschaftsgruppe (Archegoniaten) mit den Cycadeen und Tannen, Welwitschien u. s. w. zu vereinigen, ähnlich wie die Zoologen in dem Typus der Arthropoden von den Copepoden bis zu den höchst organisirten und riesigen Formen der Krebse emporsteigen. Jeder Fachmann erinnert sich wohl seiner Verwunderung darüber, als er zuerst erfuhr, dass auf diese Art natürliche Gruppen gebildet werden und dies um so mehr, als irgend welche allgemeine Regeln und Gesetze für ein solches Verfahren gar nicht gegeben werden können; wo man dies früher versuchte, kamen eben nur ganz „unnatürliche“ Gruppen heraus. Die einzige Methode, natürliche, d. h. phylogenetische Verwandtschaftsgruppen aufzustellen, ist eben eine rein empirische: man findet durch Vergleichung sehr ähnlicher Formen die Gattungen und Familien, und durch Vergleichung der letzteren die sog. Ordnungen und Klassen, indem man mehr und mehr alle bloss biologischen Merkmale ausmärzt und nur die rein morphologischen, formalen zur Geltung bringt; und indem man das Princip der Descendenz zu Grunde legt, wobei auch die Palaeontologie mitredet, kommt man endlich zu den phylogenetischen Verwandtschaftsgruppen, deren grösste die Architypen sind. Die fortschreitende Vergleichung der morphologischen Merkmale führt ganz von selbst und ungezwungen zu dem merkwürdigen Ergebniss, dass Pflanzen, die eigentlich gar kein Merkmal wirklich gemein haben, wie die Coleochaeten und Coniferen einer und derselben Verwandtschaftsgruppe, einem Architypus angehören; und so wie im Thierreich gibt es auch im Pflanzenreich nur eine sehr geringe Anzahl solcher Architypen, die aber mit den sog. Klassen der älteren Systematik meist nicht übereinstimmen, zumal, wo es sich um die Pflanzen handelt, da die systematischen Botaniker bisher um das phylogenetische System sich wenig gekümmert haben. Die rein morphologische Behandlung der Verwandtschaften entbehrt des leitenden Princips, wenn sie sich nicht mit der Descendenztheorie verbindet, wobei nicht nur nach der mehr oder minder grossen morphologischen Aehnlichkeit der Formen und Formengruppen oder Typen gefragt wird, sondern der Gedanke im Hintergrunde steht, ob zwei Formen so beschaffen sind, dass wir annehmen können, die eine sei aus der andern entstanden oder beide seien aus einer gemeinsamen „Stammform“ (Abstammungsform) hervorgegangen. Je ernster diese letztere Vorstellung genommen wird, desto klarer muss der Begriff der „Verwandtschaft“ hervortreten. Verwandt überhaupt können verschiedene Formen sein aus morphologischen Gründen, ob sie aber nahe oder sehr nahe verwandt sind, leuchtet doch erst ein, wenn man daran denkt, ob sie durch leichte Veränderung auf eine gemeinsame Urform phylogenetisch zurückzuführen sind.¹) Für entfernter verwandte Formen ist der phylogenetische Gedanke nur durch Einschiebung zahlreicher Zwischenformen durchführbar. Das Alles ist bekannt, wird man sagen; aber warum bemerkt man am natürlichen System der *grossen* Abtheilungen des Pflanzenreiches so wenig davon, da dies doch im zoologischen schon durchgeführt ist? Und nur auf diesem Wege gelingt es dann, aus dem System allgemeine Gestaltungsgesetze für das Pflanzenreich abzuleiten und die inneren Gestaltungsursachen von den äusseren zu unterscheiden.

Bevor ich nun den Nachweis versuche, welche andere Verwandtschaftsgruppen neben den Archegoniaten im Pflanzenreich als Architypen sich etwa erkennen lassen und was dann allen diesen Architypen gemeinsam ist, halte ich es zur Verständigung für dienlich, schon

---

1) Psychologisch genommen, ist das eigentlich ein künstlerisches Verfahren, welches aber ebenso wie echte Kunst nicht in Phantasterei ausarten darf. Im mathematischen Sinn „beweisen“ lassen sich morphologische Sätze nicht, aber sie finden den Beweis ihrer Richtigkeit in dem harmonischen Zusammenhang der Wissenschaft, in welchem sie keine Störung veranlassen dürfen.

aus den Archegoniaten einige allgemeine Begriffe abzuleiten, was sich ohne Einführung einiger neuer Namen kaum erreichen lässt.

§ 5. Der Architypus der Archegoniaten ist aus einer grossen Zahl von kleineren aber immer noch artenreichen Verwandtschaftsgruppen zusammengesetzt, die ich einfach als Typen, vielleicht besser als Paratypen bezeichnen will und wenn wir uns den ganzen Architypus in herkömmlicher Art nach dem Schema eines Stammbaumes denken, so erscheinen die Typen selbst als Aeste, die sich verzweigen und secundäre, tertiäre Typen oder Reihen heissen mögen. Nach dem in § 4 Gesagten besteht also das ganze Pflanzenreich aus einer nicht grossen Zahl von Architypen oder Stammbäumen, deren unterste phylogenetische Entwickelungsglieder jedoch noch unbekannt sind, obgleich principiell feststeht, dass jeder einzelne Architypus aus einer einzigen Urform hervorgegangen ist; von letzteren gibt oder gab es also so viele wie Architypen; es bleibt hier einstweilen dahingestellt, ob wir einen monophyletischen oder einen polyphyletischen Ursprung des gesammten Pflanzenreiches annehmen sollen. Durch palaeontologische Forschungen wird dies schwerlich gelingen,[1]) weil die allereinfachsten Anfangsglieder sämmtlicher Architypen gewiss sehr klein, zart und vergänglich gewesen sind, während andererseits nicht fest steht, ob sie noch jetzt unter den lebenden einfachsten Pflanzenarten vertreten sind, was ja einen ausserordentlichen Grad von Constanz voraussetzen würde.[2]) Dagegen ist vielleicht der Gedanke nicht allzu kühn, dass es dereinst, wenn die phylogenetische Forschung weiter vertieft sein wird, auch noch gelingen wird, aus abstracten morphologischen Gesetzen abzuleiten, welche Eigenschaften die Urpflanzen besassen und ob ein monophyletischer oder polyphyletischer Ursprung aller Architypen anzunehmen ist. So wie ich oben die untere Grenze eines Architypus als eine empirische angenommen habe, bleibt aber die ganze Frage zur Zeit unentschieden. Bei derartiger Behandlung können wir wenigstens das Thatsächliche von dem bloss Hypothetischen auch sprachlich unterscheiden.

Da es sich hier gerade um Begriffsbestimmungen handelt, so möchte ich mich auch darüber aussprechen, ob es ein glücklicher Ausdruck ist, zur Bezeichnung der Verwandtschaftsverhältnisse das Wort

---

1) Man vergl. hier die geistvollen Darlegungen Koken's in dessen Werk: „Die Vorwelt“ (1893) p. 71 ff.

2) Nach Koken (l. c. p. 76) gibt es allerdings Brachiopoden (die Lingula), die schon im tiefen Cambrium erschienen und durch alle späteren geologischen Perioden sich bis heute lebend erhalten haben.

„Stammbaum“ zu wählen. Zwar wird es nicht nöthig sein, das Wort etwa zu beseitigen, immerhin aber dürfte es geraten sein, die damit verbundene Vorstellung besser zu präcisiren, als es bisher geschehen ist, und dazu bietet uns gerade der Stammbaum der Archegoniaten ein lehrreiches Beispiel, wobei nur nicht zu vergessen ist, dass es sich hier überhaupt um eine sinnliche Schematisirung ganz abstracter Gedankenbeziehungen handelt. Es kommt nur darauf an, dieses Schema im einzelnen der Natur der Sache besser anzupassen.

Da ist nun zunächst zu beachten, dass wir eigentlich von dem Stamm des Stammbaumes recht wenig wissen, besonders nicht wissen, wo die Krone des Stammbaumes anfängt und der Hauptstamm aufhört; wir haben es sofort mit den Aesten zu thun, d. h. mit den verschiedenen Typen, welche aus den Urformen des Architypus entsprungen gedacht werden. Bei der Schwierigkeit, derartige Vorstellungen in klare Worte zu kleiden, will ich lieber sogleich sagen, dass für die Archegoniaten und wohl auch für manche andere Architypen statt des Stammbaumes eher die Form eines Strauches oder auch einer perennirenden Staude anzunehmen wäre, deren Aeste zahlreich und in verschiedener Weise aus einem unbekannten Wurzelstock entspringen, und zwar theils aufwärts, theils seitwärts schief und horizontal gerichtet, so dass jeder dieser Aeste schon von unten auf unabhängig von den andern erscheint. Einen derartigen Eindruck gewinne ich auch aus den Beobachtungen Goebel's über die rudimentären Lebermosse und archaischen Formen der Laubmoose und Farne.¹) Diese merkwürdigen Gestalten weisen darauf hin, dass schon aus sehr einfachen Urformen, vielleicht in denselben geologischen Epochen, die morphologischen Charaktere von drei Aesten des Stammbaumes der Archegoniaten hervorgegangen sein mögen. In jeder dieser Anfangsformen ist schon der Charakter einer bestimmten Klasse, der morphologische Typus der vielgestaltigen Lebermoose, der unter sich monotonen Laubmoose und der zur höchsten Organisation der Pflanzenwelt emporsteigenden viel verzweigten Farngruppe deutlich zu erkennen und wenn auch die Coleochaeten der Urform aller Archegoniaten näher stehen mögen als jene Initialen der Moose und Farne, so haben wir doch kaum genügenden Grund zu der Annahme, dass von ihnen aus eine emporsteigende, continuirlich gradatim fortschreitende Formenreihe zu den letzteren hingeführt habe, vielmehr können auch die Coleochaeten als

---

1) Goebel, „Archegoniatenstudien“ in Flora 1892 und 1893, eine der werthvollsten Arbeiten auf dem Gebiete der botanischen Phylogenetik.

eine Divergenzreihe gleich den archaischen Formen der Moose und Farne gelten. Diese Aeste des von uns bildlich angenommenen Strauches entsprangen also, wie es scheint, schon frühzeitig aus unbekannten Urformen, um sich zu ganz verschiedenen vielverzweigten Typen aufzuschwingen. Die Coleochaeten aber scheinen, da wir höher ausgebildete Formen derselben nicht kennen, mit einem blossen Anfang sich begnügt zu haben, ein schwaches Reis am Wurzelstock des Strauches. Für die Equiseten und Lycopodinen fehlen uns die entsprechenden archaischen Formen.

Ueberhaupt macht der Strauch oder die Staude, die wir an die Stelle des Stammbaumes setzen, wenn wir uns den ganzen Architypus der Archegoniaten näher ansehen, den Eindruck, dass ihre Aeste und Zweige im Laufe der Zeiten auseinander gefallen sind, ähnlich wie bei vielen Pflanzen (z. B. Aegopodium podagraria, oder vielleicht noch besser der ganze Pflanzenstock eines Equisetum, einer Fragaria u. dgl.) die Ausläufer und Stolonen neue Individuen erzeugen, wenn die Verbindungstheile absterben. Man müsste dann eine grosse Zahl von Pflanzen, die jetzt getrennt, selbständig fortleben, sich wieder untereinander verbunden denken,[1]) um das Gesammtbild der ganzen, durch Verzweigung entstandenen, jetzt aber zerfallenen Pflanze sich vorzustellen. In diesem Schema würden die uns bekannten kleineren Verwandtschaftsgruppen oder Typen durch die weiter fortlebenden, durch Verzweigung entstandenen Individuen dargestellt sein. Es wäre also eine Reconstruction, durch welche wir uns ein sinnliches Bild von dem Lebenslauf einer solchen Pflanzenart verschaffen und in ähnlicher Weise gewinnen wir durch Reconstruction aus den lebenden und fossilen Pflanzenformen das Schema der phylogenetischen Verbindung der noch jetzt lebenden und ausgestorbenen Typen, zwischen denen aber meist zahlreiche Verbindungsglieder fehlen, so dass wir nur aus den morphologischen Verhältnissen die genetischen und phylogenetischen Beziehungen errathen können. Das ganze Bild des Stammbaumes oder überhaupt eines verzweigten Pflanzenstockes zur Versinnlichung aller phylogenetischen Beziehungen innerhalb eines Architypus ist also das Resultat einer Thätigkeit unserer Phantasie, welche Thätigkeit jedoch keineswegs desshalb wissenschaftlich werthlos wäre, denn diese Thätigkeit der Phantasie dient nur zur richtigen Verbindung der genau beob-

---

1) Schematische Darstellungen dieser Art findet man in Alex. Braun's „Pflanzenindividuum" und Bilder nach der Natur in Thilo Imisch' zahlreichen Schriften.

achteten Thatsachen und im Grunde ist dasselbe ja bei jeder streng wissenschaftlichen Thätigkeit der Fall.

Vielleicht dürfte manchem diese ganze Darlegung überflüssig scheinen, dann aber müsste man auch den Ausdruck „Stammbaum“ als überflüssig betrachten und doch lässt sich derselbe kaum entbehren; will man ihn aber benutzen, so muss man auch eine klare Vorstellung mit dem Wort verbinden. Wir befinden uns gegenüber diesem Ausdruck und dem phylogenetischen Schema selbst in einer Lage, als ob wir genöthigt wären, aus einzelnen Stücken von Wurzeln, Holz, Blättern, Blüthen, Früchten, die man in allen Welttheilen zufällig gefunden hat, einen ganzen Baum oder Strauch oder überhaupt einen tausendfältig verzweigten Pflanzenstock zusammenzusetzen, wobei sich aber zeigen würde, dass hie und da ein Stück fehlt, welches zur Verbindung der vorhandenen Stücke nöthig wäre. Und solche Lücken weist der Stammbaum der Archegoniaten vielfach auf, wenn wir an dem Gedanken festhalten, dass phylogenetisch nahe verwandt nur solche Pflanzenformen sind, von denen wir uns vorstellen können, dass die eine aus der anderen entsprungen ist oder dass beide aus derselben Stammform hervorgegangen sind. Das ist nun thatsächlich bis jetzt bei den so viel untersuchten Archegoniaten und gewiss auch bei anderen Architypen vielfach zu vermissen. Dass z. B. die Salvinien, Marsilien und Cycadeen aus Farnen, die Isoeten und Selaginellen mit den Lycopodien aus ähnlichen Urformen hervorgegangen sind und dass auch die Coniferen mit den Lycopodinen phylogenetisch zusammenhängen, das alles schliessen wir mit gutem Grund aus ihren morphologischen Merkmalen; aber wer würde es wagen, zu sagen, aus *welchem* Farnkraut die Marsilien entsprangen oder die gemeinsame Urform aller Lycopodinen und Coniferen namhaft zu machen? Hier sind also Lücken in den phylogenetischen Verzweigungen: der ganze Stammbaum, den wir construirt haben, würde in Stücke auseinanderfallen, wenn uns nicht die morphologischen Merkmale wie feste Fäden von der einen zu der anderen Gruppe leiteten.[1])

Leider bietet die Palaentologie der Pflanzen nur wenig Thatsachen zur Ausfüllung solcher Lücken, aber bei der Uebereinstimmung der allgemeinsten Gesetze, welche zugleich das Pflanzen- und Thierreich beherrschen, ist es wohl erlaubt, den reichen Schatz der Zoopalaeontologie auch für allgemeine phyto-palaeontologische Betrachtungen

---

1) Nach all dem oben Gesagten ist es kaum möglich, den „Stammbaum“ eines Architypus bildlich in nur einigermassen befriedigender Form darzustellen; ich unterlasse es desshalb, obgleich es zur Orientirung des Lesers beitragen würde.

herbeizuziehen. Ich will dies hier durch Anführung eines wichtigen Satzes aus Koken's Werk: „Die Vorwelt“ um so lieber thun, als ich dadurch auf einen neuen Gesichtspunkt in der Betrachtung der Archegoniaten und überhaupt der Architypen hingeführt werde. „Das System der Zoologen (heisst es p. 69) unterscheidet neun Hauptabtheilungen in der Thierwelt, deren jede einen ‚Typus‘ (ich würde sagen Architypus) für sich bildet und gegenwärtig[1]) nicht durch Uebergänge mit den anderen verbunden ist. Diese Typen müssen sich sehr frühe von einander getrennt haben, denn auch die ältesten palaeontologischen Funde zeigen sie unvermischt, mit anscheinend einer Ausnahme, welche den höchsten Typus der Wirbelthiere betrifft. Ein Beweis der Nichtexistenz liegt aber nicht vor und kann auch nie geführt werden. Wahrscheinlicher ist sogar, dass auch dieser Typus schon abgezweigt war.“ — Und weiter p. 83: „Da schon im Untersilur Fischreste vorkommen, können wir den Satz aussprechen: Schon in den ältesten Zeiten, aus denen wir Urkunden in Gestalt von Fossilien besitzen, waren sämmtliche grosse Kreise (Architypen) der Thierwelt vertreten und zum Theil in mehrere Gruppen gespalten.“ [2])

Wollten wir diese Sätze auf das Pflanzenreich anwenden, so würden wir uns auf den Architypus der Archegoniaten beschränken müssen, da von den andern Architypen aus der palaeozoischen Zeit zu wenig Sicheres bekannt ist, aber was den Anschluss der Wirbelthiere an die archaischen Formen der übrigen Thierwelt betrifft, so könnten wir etwas ähnliches betreffs der Angiospermen sagen. Auch diese sind in ihren Uranfängen gewiss viel älter, als die fossilen Funde erkennen lassen, denn, wie auch Koken andeutet, müssen wir den ersten Ursprung zumal hochdifferenzirter Formen weit zurücklegen hinter die Zeit, aus welcher ihre Reste gefunden wurden, weil wir im Allgemeinen sehr lange geologische Zeiten voraussetzen müssen, welche zur Abzweigung neuer secundärer Typen nöthig waren und wenn daher so hoch differenzirte Formen, wie die Isoeten und Salvinien von den Autoren erst in der Tertiärzeit angegeben werden, so dürfen wir wohl erwarten, dass sie schon während der mesozoischen Periode oder noch viel früher sich am Stammbaum der Archegoniaten entwickelten und dies um so mehr, als die grossen Repräsentanten

---

1) Nach meiner Ansicht auch niemals sein konnte!

2) Bei der hergebrachten Nomenclatur der grossen Pflanzengruppen wäre es ganz unmöglich, die entsprechenden Anschauungen für das Pflanzenreich ebenso elegant und kurz zu formuliren.

der heterosporischen Lycopodinen und der Farne schon im Carbon massenhaft existirten. Ueberhaupt ist es höchst merkwürdig, dass alle für die palaeontologische Conservirung geeigneten Repräsentanten des ganzen Architypus der Archegoniaten und zwar sogar in ihren höchsten Organisationsformen schon im Carbon die Hauptmasse der Vegetation darstellten und dass alle wichtigeren morphologischen Abzweigungen dieses Stammbaums bereits damals existirten, nicht nur die typischen Farne mit den Initialformen der Hymenophyllaceen, sondern auch die Abzweigungen der Marattiaceen, Ophioglossen, Cyatheaceen, ebenso die typischen Lycopodinen mit den heterosporischen Selaginellen und ihren ausgestorbenen baumförmigen Verwandten, den Sigillarien, Lepidodendron, Cordaiten u. s. w., ja die jetzt auf eine Gattung beschränkten Equisetinen waren im Carbon durch verschiedene hoch differenzirte, vielleicht sogar heterosporische Formen vertreten. Auch die Coniferen begannen schon damals die Herrschaft in der Baumwelt zu begründen. Wenn wir also absehen von den ihrer Zartheit wegen nicht conservirungsfähigen einfachsten Urformen (etwa Coleochaeten), so hatte der Gestaltungstrieb in dem Architypus der Archegoniaten sich schon im Carbon nach allen Seiten hin bethätigt, sozusagen alle seine Talente bereits entfaltet, so dass seit dieser undenklich langen Zeit kein neuer sekundärer Typus von Archegoniaten mehr zum Vorschein gekommen zu sein scheint, vielmehr sind zahlreiche morphologische Gipfelformen und Verbindungsglieder für alle Ewigkeit verloren gegangen, denn von einer zweiten Entstehung kann aus Gründen, die ich später erörtern will, keine Rede sein.[1])

Sonderbarer Weise liegt über der Entstehung der Mono- und Dicotylen dasselbe tiefe Dunkel wie über der der Wirbelthiere, zumal der Säugethiere. Dass sie erst in der mesozoischen Zeit gefunden werden, beweist gar nichts für einen so späten Ursprung, aber viel schlimmer ist, dass auch die morphologischen Verwandtschaftsmerkmale der Angiospermen nur ganz entfernt und bei ziemlich willkürlicher Deutung

---

1) Mir ist es immer merkwürdig vorgekommen, dass selbst Naturforscher die Ausrottung typischer Gestalten mit kühler Miene mit ansehen; wenn man bedenkt, dass jede organische Form ihrer phylogenetischen Entstehung nach ein historisches Ereigniss war, welches sich niemals wiederholen kann, so ist durch ihre Ausrottung eine Lücke für alle Ewigkeit in der organischen Welt verursacht, und das ist doch wohl keine Kleinigkeit, selbst wenn es sich nicht um Riesenvögel, sondern nur um mikroskopisch kleine Species handelt.

ihrer Befruchtungsorgane eben nur darauf hinweisen, dass sie möglicherweise auch dereinst aus dem Grundstock der Archegoniaten hervorgegangen sein könnten. Dazu kommen aber noch zwei einander anscheinend widersprechende Thatsachen: Ihren Sexualverhältnissen nach kann man die Angiospermen mit den heterosporischen Archegoniaten vergleichen, aber andererseits ist die ganze Ontogenese des Vegetationskörpers der Mono- und Dicotylen von der der Gefässkryptogamen und Gymnospermen morphologisch doch sehr verschieden. Vor allem aber ist zu beachten, dass den Mono- und Dicotylen die Anfangsformen (Initialen), wie wir sie bei den Moosen und Farnen kennen, durchaus fehlen, ja wir wissen nicht einmal zu sagen, welche der vorhandenen Formen als die morphologischen Ausgangspunkte einer aufsteigenden und sich verzweigenden phylogenetischen Reihe zu gelten haben. ¹)

Trotz alldem wird man sich doch kaum entschliessen können, die Angiospermen als einen dem gesammten Architypus der Archegoniaten gleichberechtigt gegenüberstehenden Architypus zu betrachten, vielmehr scheint die allgemein verbreitete Ansicht, dass die Mono- und Dicotylen irgendwann und irgendwo als Seitenspross der höheren Archegoniaten entsprungen sind, zunächst doch wohl das Richtige zu treffen. Aber auch hier muss ich Nachdruck darauf legen, dass die Samenbildung phylogenetisch wenig bedeutet; sie ist eine Parallelbildung bei ganz verschiedenen phylogenetischen Reihen: sowie die Cycadeen einer ganz anderen Reihe angehören, als die Coniferen trotz ihrer Samenbildung, so ist die letztere möglicherweise auch bei den Mono- und Dicotylen nur der Endpunkt, die Gipfelform einer von jenen ursprünglich weit getrennten Entwickelungsreihe. Der Ausdruck „Samenpflanze“ und der noch weniger passende „Siphonogamen“ bedeutet phylogenetisch betrachtet nur ²), dass in drei oder vier Entwickelungsreihen ein ähnliches höchstes Ziel der Gestaltungs-

---

1) Man wird schwerlich annehmen wollen, dass etwa die Lemnaceen ihrer Kleinheit und Einfachheit wegen als Urformen der Monocotylen gelten könnten; solche müssten denn doch wohl ganz anders beschaffen sein.

2) Der Umfang des Begriffes Siphonogamen deckt sich genau mit dem älteren Wort „Samenpflanzen“ und scheint desshalb überflüssig. In der Samenbildung aller samenbildenden phylogenetischen Parallelreihen liegt aber das Ende einer morphologischen Geschichte, während die Bildung des Pollenschlauchs nur eine physiologische Folge der Umgestaltung des Makrosporangiums in den Knospenkern ist, also nur den Werth einer correlativen Wirkung dieser Umgestaltung hat; die Ortsbewegung der Spermatozoen ist durch Wachsthumsbewegung, durch passiven Transport des generativen Kerns ersetzt.

kräfte erreicht worden ist, dass also die Gestaltungskräfte verschiedener Typen ähnliche Bahnen verfolgen und ich glaube, dass wir darin ein sehr wichtiges Ergebniss der Phylogenetik erkennen dürfen, insofern es sich dabei um ein Gesetz handelt, dem die inneren Gestaltungsursachen untergeordnet sind. Merkwürdiger Weise aber hindert dies keineswegs eine andere wichtige Thatsache, die aus der phylogenetischen Vergleichung der grossen Formengruppen im Pflanzenreich sich ergibt: dass nämlich mit zunehmender morphologischer Differenzirung die Verschiedenheit ursprünglich ähnlicher Typen zunimmt; so finden wir in der Ontogenese der archaischen Leber- und Laubmoose, wie Goebel zeigt, eine weitgehende Uebereinstimmung, wodurch uns eben die Verwandtschaft beider Gruppen enthüllt wird. Betrachten wir aber die höchst entwickelten Formen, einerseits die Gattung Marchantia und andrerseits etwa die Polytrichen, so lässt sich ein grösserer Unterschied im ganzen Pflanzenreich kaum denken und nehmen wir an, dass diese Thatsache eine allgemeine ist, wofür leider die Beweise desshalb fehlen, weil uns in vielen Fällen die einfachsten Urformen der secundären oder Paratypen unbekannt sind, so können wir doch den Schluss ziehen, dass sehr hochorganisirte Formen, auch wenn sie ausserordentlich weit verschieden von einander sind, wie etwa die Equiseten, Cycadeen und Coniferen (auch Genetaceen), doch aus ähnlichen Urformen von sehr einfacher Art entsprungen sein können und *einem* Architypus angehören. Uebrigens ist es wohl gut, hier zu erwähnen, was schon früher hätte geschehen sollen, dass nur die Architypen mit sehr einfachen, kleinen Formen anzufangen brauchen; die Initialen der secundären oder Paratypen dagegen hängen davon ab, an welcher Stelle des Stammbaums sie entsprungen sind; ist dies sehr tief unten am Grundstock des Stammbaums eingetreten, so werden auch die Initialen der Seitenreihe, d. h. eines Paratypus sehr einfach organisirt sein, weil sie aus solchen hervorgegangen sind. Entsprang dagegen eine Seitenreihe, ein Paratypus hoch oben am Stammbaum, also aus morphologisch hochorganisirten Formen des Architypus, so müssen auch die Anfangsglieder oder Initialen des abgezweigten Typus schon hochorganisirt sein, was bei der Frage nach dem Ursprung der Mono- und Dicotylen wohl zu beachten wäre.

Gerade in derartigen Betrachtungen zeigt sich der ganze hohe Werth der Phylogenetik im Gegensatz zu den vulgären Auffassungen des Darwinismus, bei welchem die innere Einheit der Gestaltungskräfte innerhalb eines Architypus und selbst in letzter Instanz im ganzen Pflanzenreich verloren geht; alle unsere Betrachtungen haben mit Selection und Adaptation und Zweckmässigkeit ebensowenig zu thun wie etwa das natürliche System der chemischen Elemente und wie dieses einen tiefen Einblick in das Wesen der Materie vorbereitet, so gewinnt auch die causale Erforschung der organischen Gestaltungen erst durch die Phylogenese eine sichere Grundlage.

Ausser dem in diesem § 5 Gesagten liesse sich natürlich noch recht viel Anderes aus der Betrachtung des einen Architypus der Archegoniaten ableiten, wodurch wir Auskunft über die Thätigkeit der inneren Gestaltungsursachen oder der Automorphose gewinnen könnten; indessen scheint es besser zunächst andere Architypen aufzusuchen, nachdem wir an den Archegoniaten das Schema eines solchen kennen gelernt haben.

§ 6. Nachdem nun der Begriff und das Schema eines Architypus an dem bestbekannten aller Architypen festgestellt ist, kann der Versuch gemacht werden, auf Grund der vorliegenden Litteratur noch andere derartige phylogenetische Verwandtschaftsgruppen aufzustellen.

Da zeigt sich nun sogleich, dass neben den Archegoniaten, denen wir nach dem oben Gesagten vorläufig auch die Angiospermen als einen Seitenast anschliessen, nach herkömmlicher Methode nur noch die sogenannten Thallophyten übrig bleiben, also die Algen und Pilze (mit den Flechten). Diese Klassen haben jedoch keinen phylogenetischen Werth oder Sinn; es sind biologische, nur physiologisch definirbare Gruppen, innerhalb deren eine ganze Reihe morphologisch selbständiger, unter sich gar nicht verwandter Architypen mit ihren Zweigtypen sich verbergen; man ist nicht im Stande, sämmtliche Algen durch eine nur auf morphologische Merkmale gestützte Diagnose zu charakterisiren, oder von einer Initialform ausgehend, einen Stammbaum für sämmtliche Algen zu construiren. Denken wir uns etwa im Thierreich die Stämme der Protozoen, Coelenteraten, Würmer, Echinodermen und Mollusken in eine „Klasse“ vereinigt, so hätten wir ein ähnliches Sammelsurium, wie das, was man Algen nennt, und noch schlimmer steht es mit den Pilzen. — In jeder dieser beiden Abtheilungen finden wir zahlreiche, äusserst einfache Formen, an welche sich, in verschiedenen morphologischen Richtungen auseinandergehend, höher organisirte anschliessen bis für jede Reihe Gipfelformen mit einer, nur für diesen Typus giltigen höchsten morphologischen Differenzirung auftreten; es sind also zunächst unter dem Ausdruck „Algen“ (von den Pilzen rede ich später) eine Anzahl verschiedener Architypen vereinigt, die untereinander nur durch ihren

Hydromorphismus und seine physiologischen formativen Reizwirkungen weitgreifende Aehnlichkeiten besitzen, dagegen morphologisch nichts mit einander zu thun haben; der Architypus der Brauntange (Phaeophyceen) ist von dem der Rhodophyceen (Florideen) ebenso radical verschieden, wie von den Archegoniaten; bei Letzteren kommt der Hydromorphismus nur vereinzelt vor, bei den Braun- und Rothtangen ist er fast ausnahmslos vorhanden; dies beweist aber nichts für ihre Morphologie und Phylogenie.

Die Namen Thallophyten, Algen, Pilze wird man natürlich in der botanischen Alltagssprache kaum entbehren können, man darf aber (wie schon früher gesagt) den damit bezeichneten Gruppen keinen phylogenetischen Werth beilegen. Bewährt sich die von vielen Botanikern getheilte Ansicht, dass die Coleochaeten als das unterste jetzt bekannte Glied der Archegoniaten zu betrachten sind, so ist damit ohnehin schon eine Bresche in die Umgrenzung der „Algen“ gelegt.

Es ist interessant, hier wahrzunehmen, wie die ältere sog. „natürliche“ Systematik, die sich um Phylogenie nicht kümmerte, doch wirklich natürliche, d. h. phylogenetische Gruppen geschaffen hat, in denen wir nur verhältnissmässig unbedeutende Veränderungen der Nomenclatur anzubringen haben, um den wahren Sachverhalt darzustellen. Freilich wird die neue Auffassung wohl ebenso eifrige, selbst fanatische Gegner finden, wie seinerzeit die von de Bary entdeckte Symbiose der Algen und Pilze, wodurch die Flechten ihren Rang als besondere „Klasse“ einbüssten und als biologische Form erkannt wurden. Ich habe schon in meinen „Vorlesungen“ darauf hingewiesen (1882), dass die von dem Habitus der Pilze und Algen so auffallend verschiedene Form der Flechten im Wesentlichen nur eine Photomorphose ist,[1]) ebenso wie die Blattbildung der höchst differenzierten Brauntange, Moose, Prothallioten und Angiospermen ursprünglich auf Photomorphose zurückzuführen ist, ohne dass diese formative Reizwirkung grösseren Werth für die Aufstellung der Architypen hätte; unter den formativen Reizwirkungen und Mechanomorphosen kommen ja viele derartige Fälle von Parallelismus vor, die mit der Phylogenie nur wenig zu thun haben.

Vielleicht war diese kurze Abschweifung nicht ganz überflüssig, weil sie dazu beitragen kann, die Beziehungen der inneren Gestaltungsenergie oder Automorphose einerseits und anderseits der formativen Reizwirkungen und Mechanomorphosen in ihren Beziehungen zur Phylogenese klar zu legen und den von mir in diesem Sinne vertretenen Dualismus der Gestaltungsursachen auch hier gelegentlich geltend zu machen.

---

[1]) Dies etwas ausführlicher in „Vorlesungen“, II. Aufl. 1887, p. 521 und betreffs des allgemeinen Gesetzes in meiner Notiz VIII, Flora 1894 p. 232.

Die neueren Bearbeitungen der Brauntange und Florideen lassen keinen Zweifel, dass jede dieser beiden Gruppen einen Architypus im Sinne der Archegoniaten darstellt. Dass hier mit den morphologischen Merkmalen ein so rein physiologisch scheinendes Merkmal, wie die Rothfärbung der Florideen, die Braunfärbung der Phoeophyceen und blaugrüne Färbung der Cyanophyceen mit dem phylogenetischen Typuscharakter verbunden ist, ist vielleicht von tieferer phylogenetischer Bedeutung, als man gewöhnlich glaubt; hier aber ist kein Ort, dies näher zu beleuchten. — Dagegen ist es ganz gewiss ein arger Missgriff, die anderen Algen als „Chlorophyceen" jenen Gruppen wie einen Typus gegenüberzustellen; diese Eintheilung hat phylogenetisch ungefähr denselben Werth, wie wenn man alle apochlorotischen (nicht chlorophyllhaltigen) Phanerogamen als eine natürliche Abtheilung den grünblättrigen gegenüberstellen wollte. In den „Chlorophyeen" der Systematiker stecken eben mehrere Architypen, deren jeder den morphologisch phylogenetischen Werth der Archegoniaten, Florideen, Phaeophyceen u. s. w. besitzt. Doch ist es bei dem gegenwärtigen Zustande der Algenforschung kaum möglich, die Architypen aus dem Wirrwar der Chlorophyceen herauszufinden.

Indessen, selbst auf die Gefahr hin, missverstanden zu werden, möchte ich doch sagen, dass ich die Siphoneen als einen Architypus betrachte im Sinne der Archegoniaten; dass ich denselben hohen phylogenetischen Rang auch den Conjugaten (inclusive der Bacillariaceen) einräume; bei den Siphoneen findet Wachsthum und Differenzierung des Körpers, die ganze Ontogenese ohne das der Pflanzenwelt sonst eigene innere Zellwandgerüste[1]) statt, — wogegen die ganze Gestaltungsenergie der Conjugaten sich in der einzelnen Zelle und besonders in den Theilen der Energide (Protoplasma, Chromatophoren u. s. w.) aber auch in der Form der Zellwände concentrirt, ohne dass erhebliche, morphologisch werthvolle Gestaltungen aus besonders differenzirten Zell*complexen* auftreten. — Ich denke doch, diese, die Grundpfeiler der gesammten Morphologie betreffenden Merkmale, würden hinreichen, die Siphoneen und die Conjugaten einander selbst,

---

1) Es hat nichts zu bedeuten, wenn gelegentlich in einer Vaucheria einige Querwände entstehen.

und den übrigen Architypen als selbständige morphologische und phylogenetische Gruppen entgegen zu stellen. An einer grossen Mannigfaltigkeit der Zweigtypen fehlt es dabei nicht und vor Allem beginnt der Architypus der Siphoneen, ebenso wie der der Conjugaten mit höchst einfachen Gebilden, um sich schrittweise und zugleich mit divergirenden Reihen zu den höchstorganisirten Formen emporzuschwingen.[1])

Die Characeen würden rein morphologisch betrachtet wohl einen Architypus darstellen; doch fehlen die einfachsten Formen, die den Typus schon deutlich erkennen lassen, aber viel einfacher organisirt wären als die Nitellen. Entweder haben derartige Initialen gelebt und sind ausgestorben, dann hätten wir an den Genannten den Ueberrest eines Architypus; oder aber solch einfache Gestalten haben nicht existirt und dann hätten wir an den Charen einen secundären, abgezweigten Typus, der als solcher ja (wie die Archegoniaten z. B. an den Gnetaceen lehren) mit hochorganisirten Gestalten anfangen kann, wenn er hoch oben an einem Stammbaum aus hochdifferenzirten Formen entstanden ist. Das bleibt nun für die Characeen einstweilen unentschieden. Aehnlich dürften die Dinge bei den Oedogonieen liegen, die aber doch vielleicht tief unten am Wurzelstock der Archegoniaten oder mit diesen aus gleicher Urform entstanden sind.

Noch unsicherer ist für unsere Betrachtungen der Boden, wenn wir uns an die Volvocineen, Protococcaceen, Ulothricheen und Sphaero-

---

1) Die Einordnung der Siphoneen und Conjugaten als „Familien“ in die Ordnung der Chlorophyllaceen zeigt, wie schädlich eine schlechte, auf falschen Grundlagen beruhende Nomenclatur ist. Sie wurden als „einzellige“ Pflanzen zusammengefasst, weil man sich früher von dem unrichtig definirten Begriff Zelle irre leiten liess. Dass die Conjugaten „einzellig“ sind, ist ja richtig; aber die Siphoneen haben überhaupt keinen „cellulären“ Bau im herkömmlichen Sinne, wie ich seit 20 Jahren schon vielfach geltend gemacht habe. Die beiden fraglichen Typen stehen einander wie Antipoden gegenüber, aber weil man den Siphoneenschlauch für eine „Zelle“ hält, bezeichnet man sie als „einzellige“ Pflanzen. Dazu kommt noch, dass diese „einzelligen“ Pflanzen Unterabtheilungen einer Gruppe sein sollen, die keinen phylogenetisch-morphologischen Stammbaum hat, nämlich der „Algen“, die man mit Unrecht als einen Architypus auffasst. Dass bei den verschiedenen Algenabteilungen ungeschlechtliche Sporen, Gameten, Eizellen mit Spermatozoen wiederkehren, beweist nicht, dass sie eine phyletische Gruppe bilden, sondern, dass in den verschiedenen phyletischen Gruppen der Algen diese Formen der Fortpflanzung als Parallelbildungen wiederkehren, ähnlich wie der Generationswechsel bei den verschiedenen grossen Paratypen der Archegoniaten wiederkehrt, bis er bei den Gymnospermen scheinbar verschwindet; es handelt sich aber um Parallelbildungen bei den Architypen der „Algen“, während der Generationswechsel der Archegoniaten als architypisches Merkmal aufzufassen ist.

pleen mit der Frage wenden, wo hier etwa ein Architypus sich aus den vielen kleinen, meist einfach organisirten Gruppen herausheben liesse. Vielleicht haben wir da die Anfangsglieder zahlreicher Architypen, die aber eine höher fortschreitende Entwickelung nicht erfahren haben, denen sozusagen das Talent zu höherem Aufschwung der Gestaltung fehlte. So ungefähr kann man sich die Sache betreffs der Cyanophyceen oder allgemeiner: der Schizophyceen denken; auch diese haben es in ihrer phylogenetischen Vervollkommnung nicht weiter gebracht, als bis zu den Rivularien, die man wohl als die Gipfelformen ihres Stammbaumes betrachten darf. Hier, bei den Cyanophyceen aber liegt die Sache doch für unsere Nachforschung insoferne günstiger, als die bekannten wenigen Formen unter sich nicht nur unzweifelhaft nahe verwandt, sondern auch so beschaffen sind, dass sie eine aufsteigende Formenreihe bilden, in welcher von den Gloeocapsen aufwärts durch die Nostoc und Nodularien empor bis zu den Rivularien (unter Abgabe einiger Divergenzreihen) eine zunehmende morphologische Vervollkommnung leicht zu erkennen ist, so dass alle wesentlichen Merkmale eines Architypus in der kleinen Gruppe zu erkennen sind; und gerade so, wie es die Systematiker bei der Aufstellung einer natürlichen Familie als irrelevant ansehen, ob dieselbe nach ihrer morphologischen Abgrenzung sehr wenige oder sehr viele Formen umfasst (man vergl. z. B. die formenarme Abtheilung der Hydrocharideen und die artenreiche der Gräser), ebenso ist dies auch für die Charakteristik einer Formengruppe nöthig, wenn es darauf ankommt, sie als einen Architypus zu erkennen.

Man wird nicht verlangen, dass ich die von mir genannten Architypen mit morphologischen Diagnosen versehe; das würde den Zweck und Raum dieser Notiz weit überschreiten; Botanikern von Fach sind die betreffenden Thatsachen ohnehin bekannt und bei ihnen kann es sich nur darum handeln, ob sie ohne Vorurtheil und ohne Befangenheit auf meine Vorstellungen eingehen und durch eigene Gedankenarbeit fördern wollen. Zoologen, die sich etwa dafür interessiren, werden in den besseren neuen Lehrbüchern die Charakteristik der grossen „Klassen“, um die es sich hier allein handelt, finden und meine Darlegungen darnach beurtheilen können.[1])

Als Resultat des in § 6 Gesagten betrachte ich die Aufstellung folgender Architypen, deren Zahl jedenfalls grösser wäre, wenn wir über

---

1) Speciell verweise ich hierzu auf De Bary's ausgezeichnete, mancherlei Anklänge an meine Auffassung enthaltende Darstellung in § 32—34 in seinem Werk: „Vergleich. Morphol. u. Biol. der Pilze“ (1884).

die phylogenetischen Beziehungen der verschiedenen Chlorophyceen-Gruppen besser unterrichtet wären. Diese Unsicherheit hat für meinen Hauptzweck wenig zu bedeuten; soweit ich die Architypen dazu benutze, morphologische, phylogenetische Folgerungen zu ziehen, zumal die Existenz und Bedeutung der inneren Gestaltungsursachen im Pflanzenreich, die Thätigkeit der Automorphose zu erkennen, brauche ich mich nur an das Feststehende in der vorausgehenden Darlegung zu halten.

Diejenigen Gruppen, die ich mit genügender Sicherheit in diesem Sinne als Architypen betrachte, sind also folgende:

1. Cyanophyceen (mit den Schizomyceten als Schizophyten),
2. Phaeophyceen,
3. Rhodophyceen (Florideen),
4. Conjugaten (incl. Bacillariaceen),
5. Siphoneen,
6. Archegoniaten, an die sich die Mono- und Dicotylen als grosse Abzweigungen anschliessen.

Diese Gruppen sind als morphologische und phylogenetische unter sich gleichwerthig, d. h. eben Architypen. Dass sich unter den sehr einfachen Chlorophyceen wahrscheinlich noch die Anfänge von Architypen finden werden, wurde schon gesagt.

Man wird hier zunächst die Pilze vermissen, deren Gesammtheit man nach der jetzt herrschenden Anschauung wohl als einen Architypus genannt zu sehen erwartet haben mag. — Ich habe mich gegen diese Auffassung schon 1874 in der 4. Auflage meines Lehrbuchs ausgesprochen, aber wenig Anklang gefunden, vorwiegend wohl, weil ich damals (vor 22 Jahren) mir selbst noch nicht ganz klar war über die phylogenetischen Beziehungen im Pflanzenreich überhaupt und ferner, weil damals die Ontogenie der verschiedenen grossen Pilzgruppen,[1]) zumal auch die Bedeutung der Schwärmsporen, ihre phylogenetische Beziehung zu den verschiedenen Formen der Sexualzellen noch nicht klargelegt war. Desshalb mussten die von mir aufgestellten phyletischen Reihen und Divergenzen im Einzelnen mangelhaft ausfallen; zumal der polyphyletische Ursprung der Pilze aus verschiedenen „Algentypen“ konnte nur mangelhaft durchgeführt werden. Als daher mein Freund Goebel den morphologisch-systematischen Theil meines Lehrbuches 1882 neu bearbeitete, hielt er sich an die herrschende Auffassung der Pilze als eines einheitlichen monophyletischen Archi-

---

1) De Bary's grundlegendes Werk: „Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze“ erschien leider erst 10 Jahre nach der 4. Aufl. meines Lehrbuches von 1874.

typus, wobei ich mir jedoch gesprächsweise vorbehielt, meine polyphyletische Ansicht später wieder geltend zu machen.

Dies will ich nun hier in aller Kürze thun, nicht um Recht zu behalten, sondern weil meine polyphyletische Ansicht von den Pilzen einige allgemeine Folgerungen gestattet, die mir für die Phylogenetik überhaupt nicht unwichtig scheinen.

Als Einleitung muss ich zunächst die für das Pflanzenreich überall wichtige Bedeutung des Chlorophylls hervorheben. Dass die materielle und energitische Grundlage der gesammten organischen Welt in der Thätigkeit des Chlorophylls liegt, dass durch dieses allein unorganische Materie in organische verwandelt wird, darf als eine der wichtigsten und festesten Grundlagen der Wissenschaft gelten. Daraus folgt aber, wenn wir uns fest an die Thatsachen halten, dass die ersten Organismen grüne Pflanzen, d. h. chlorophyllhaltige Energiden gewesen sein müssen; denn selbst wenn man annehmen wollte, dass die erste Entstehung der Organismen ohne sofortige Mitentstehung des Chlorophylls stattgefunden habe, so wäre doch unerklärlich, wie nun das farblose Gebilde sich ernähren, wachsen und fortpflanzen sollte. Bei den früher so oft angestellten Experimenten und theoretischen Erwägungen über generatio spontanea wurde dieser Gesichtspunkt vernachlässigt, so dass das Ergebnis schon desshalb immer negativ ausfallen musste. — Zu demselben Resultat führt die weitere Thatsache, dass alle nicht chlorophyllhaltigen [apochlorotischen[1])] Pflanzen von organischen Stoffen, also kohlehaltigen Verbindungen, sich nähren, wie die Thiere. Steht das nun fest, so folgt, dass die Urpflanzen keine Pilze gewesen sein können, dass sie vielmehr, gleich den sonstigen apochlorotischen Pflanzen, aus grünen Formen entstanden sein müssen; für die nicht grünen Phanerogamen zweifelt auch Niemand daran, um so weniger, als die verschiedenen, phylogenetisch einander fremden Gruppen der phanerogamischen Schmarotzer und Saprophyten sich leicht als Abkömmlinge bestimmter chlorophyllhaltiger Blüthenpflanzen darstellen; es würde keinem Botaniker einfallen, die Cuscuteen von den Convolvulaceen zu trennen und sie mit den Orobanchen in eine Gruppe zu stellen, bloss weil sie kein Chorophyll enthalten und desshalb keine Laubblätter besitzen u. s. w.

---

[1]) So wie man mit dem Ausdruck „apogam“ den Fall bezeichnet, dass Pflanzenarten, die ursprünglich functionirende Sexualorgane besassen, diese später verloren haben, möchte ich die nicht chlorophyllhaltigen Pflanzen, die ja sicher von grünen abstammen, der Kürze wegen als apochlorotische bezeichnen.

Gerade das Letztere thut man, wenn man die Pilze in ihrer Gesammtheit als eine natürliche Gruppe, als einen Architypus den anderen Pflanzen, zunächst den Algen gegenüberstellt. Die Pilze können nicht als ein Architypus gelten, weil sie als apochloroten nothwendig von grünen Pflanzen abstammen müssen, also nur einen Zweigtypus oder mehrere Zweigtypen chlorophyllhaltiger Architypen darstellen. — Aber vielleicht könnte man denken, die einfachsten Pilze seien selbständig entstanden, als bereits durch die lange fortgesetzte Lebensthätigkeit grüner Pflanzen also durch „Humusansammlung“ die Möglichkeit ihrer Ernährung vorhanden war, worauf dann auch die eigentlich parasitischen sich aus jenen herausbilden konnten.

Einer solchen Annahme steht aber wieder die Thatsache entgegen, dass gewisse Pilzgruppen bestimmten Algengruppen durch ihre morphologischen Merkmale so nahe stehen, wie es nur möglich ist, wenn man von den durch das Chlorophyll eo ipso gegebenen Eigenschaften und ihren morphologischen Folgen absieht.

Hält man diese zuletzt genannte Thatsache nun fest, so zeigt sich aber, dass die Pilze eine Anzahl typischer unter sich verschiedener, phylogenetisch vielfach divergirender Reihen darstellen, von denen jede mit sehr einfachen kleinen Formen beginnt und sich zu grossen hochdifferenzirten aufschwingt, wie es bei den grossen phylogenetischen Gruppen überall vorkommt. — Diese phylogenetischen Pilzreihen entspringen aber ganz offenbar nicht aus *einer* Initialform, sondern schon die einfachsten Initialen der verschiedenen Pilzreihen tragen deutlich den Charakter oder Typus, der jede Reihe von unten bis oben beherrscht; man beachte nur die einfachsten Ascomyceten, Basidiomyceten, Phycomyceten. — Dazu kommt nun endlich, dass, wenn man die biologischen Eigenschaften beiseite lässt, die aus der Apochlorose, der Hydromorphose, dem Parasitismus u. s. w. folgenden formativen Wirkungen nicht beachtet, dass dann die rein morphologischen Merkmale dieser Pilzreihen vielfach auf das Engste sich bestimmten Algentypen anschliessen und zwar sogar verschiedenen Architypen, die ich unter den Algen annehme. Um es kurz zu sagen, meiner Ansicht nach sind die verschiedenen Pilzreihen nur ebenso viele apochlorotische Abzweigungen verschiedener algologischer Architypen und Paratypen, ebenso wie die phanerogamischen Apochloroten aus sehr verschiedenen Typen grüner Phanerogamen entstanden sind.

Von specielleren Beweisen muss ich hier natürlich absehen, auch wird jeder mit den Pilzen und Algen hinreichend bekannte Botaniker das Gesagte sich zurecht legen können. Es genügt, darauf hinzuweisen, dass folgende phylogenetische Beziehungen sich darbieten:

von den Cyanophyceen sind die Schizomyceten abzuleiten; der ganze Architypus als Schizophyten zu bezeichnen, wie dies längst vielfach geschieht;

von den Rhodophyceen sind die Ascomyceten (oder wenigstens die Discomyceten) abzuleiten, worauf vorwiegend die Procarpien beider hinweisen[1];

von den Siphoneen sind sehr wahrscheinlich die Phycomyceten entsprungen.

Wie es mit den Basidiomyceten, Uredineen, Ustilagineen und Chitridieen steht, wage ich nicht zu beurtheilen. Für meinen Zweck genügt es, wenn die drei genannten Gruppen den polyphyletischen Ursprung der Pilze beweisen.

Was die Myxomyceten betrifft, die ich doch am ehesten mit den Pilzen in Verbindung bringe, so muss ich sie nach dem vorhin Gesagten ebenso, wie die echten Pilze, nicht für Urformen, sondern für rückgebildete halten.

Auf einen recht auffallenden Unterschied der Pilze von den phanerogamischen Apochloroten soll schliesslich noch hingewiesen werden. Die Letzteren bilden meist kleine Formengruppen innerhalb bestimmter, sonst grünblätteriger Familien und tragen die morphologischen Merkmale dieser noch deutlich an sich, d. h. die zuerst abgezweigten apochloroten Formen hatten nur einen sehr geringen Gestaltungstrieb.[2] Ganz anders bei den Pilzen. Abgesehen von den Schizomyceten, die nur äusserst geringe morphologische Verschiedenheiten unter sich und von den Cyanophyceen darbieten, haben sich die einfachsten Urformen der Ascomyceten, Phycomyceten und Basidiomyceten selbständig in enormer Mannigfaltigkeit weiter gestaltet und selbständig eine enorme Höhe der Differenzirung erreicht; man braucht nur an die Tuberaceen, Aecidiomyceten, besonders aber an die Phalloideen[3] zu denken! Besonders letztere können es an

---

[1] Soweit ich privatim unterrichtet bin, war sowohl De Bary wie Schmitz dieser Annahme zugeneigt.

[2] Was besonders bei den „Halbschmarotzern“, wie den Rhinanthaceen, hervortritt. Diese lehren zugleich, dass die Apochlorose als Wirkung und Folge des Parasitismus, nicht aber dieser als Folge der Apochlorose aufgetreten ist. Man vergleiche neben den Arbeiten von Solms-Laubach und Koch besonders die Monographie der Euphrasien von v. Wettstein (1896).

[3] Ed. Fischer, „Unters. zur vergl. Entw.-Gesch. der Phalloideen“, Neue Denkschr. Bd. 32, und Möller, Brasilische Pilzblumen, Jena 1895.

Grossartigkeit der Gestaltungsvorgänge mit den höchst differenzirten Blüthenpflanzen aufnehmen, nur muss man nicht eine Blüthe an sich schon als den Gipfel *aller* pflanzlichen Vollkommenheit ansehen oder ein Gefässbündel für ein Zeichen edler Abstammung gelten lassen. Das sind Irrthümer, die uns den freien Einblick in das Walten der Gestaltungskräfte und in das Wesen der Phylogenese trüben; jeder Architypus und selbst jeder grosse Zweigtypus hat seine eigene Morphologie, wenn ich so sagen darf, und kann auf seine eigene Art, ohne seinem typischen Charakter untreu zu werden, hohe Vollkommenheit erreichen; gerade darin liegt das Wesen der Phylogenese und spricht sich die Selbständigkeit der Typen, besonders der Architypen, aus; wenn man aber die wunderbare Organisation einer Dictyophora phalloidea mit dem morphologischen Maassstabe messen will, den wir uns an den Blüthenpflanzen construirt haben, dann finden wir dort freilich nur Unvollkommenheiten und Negationen. Und was weiss endlich die Selectionslehre und die Anpassungstheorie mit diesen Dingen anzufangen?

§ 7. Bevor ich nun im nächsten Paragraphen versuche, einige allgemeine Folgerungen aus der Vergleichung der verschiedenen Architypen und ihrer Paratypen zu ziehen, halte ich es für angezeigt, noch einige Vorschläge zur Nomenclatur zu machen.

Innerhalb einer typischen oder architypischen Gruppe kann man unterscheiden zwischen den Gliedern einer aufsteigenden Formenreihe und den unter sich divergirenden Reihen. Eine aufsteigende Formenreihe haben wir z. B. wenn wir von den Lycopodien durch die heterosporischen Selaginellen zu den Sigillarien und Abietineen gelangen oder von den Ectocarpen zu den Fucaceen u. s. w. Die Glieder einer solchen Reihe könnte man füglich als die phylogenetischen oder vorläufig wenigstens morphologischen „Gradienten“ bezeichnen, um einen kurzen Ausdruck zu haben.

Vergleicht man dagegen die Verschiedenheit zweier Reihen, die von ähnlichen Anfangsformen ausgehend, jede für sich zunehmende morphologische Fortbildung verrathen, so hat man divergirende Reihen oder einfacher „Divergenten“, die als Zweige gleichen Ursprungs am Stammbaum eines Architypus auftreten. So könnte man z. B. die Marsilien, Salvinien und Cycadeen als Divergenten der Farnengruppe bezeichnen; ebenso wären die Taxineen, Abietineen, Cupressineen die Divergenten einer aus den Lycopodinen hevorgegangenen Urform.

Hält man ferner den bisher entwickelten Begriff eines Architypus fest, so erscheint es, wie schon oben erwähnt, wünschenswerth, einen

Namen für diejenigen typischen Gruppen zu haben, die bei dem Schema des Stammbaums (oder überhaupt eines verzweigten Pflanzenstockes oder Haeckel'schen Bions) als Zweige sich darstellen; zwar genügt allenfalls der Ausdruck: Zweigtypen, an denen wieder solche 1., 2. u. s. w. Ordnung zu unterscheiden wären; doch würde es für die internationale Nomenclatur sich vielleicht empfehlen, wie oben bereits geschehen, das Wort Paratypen zu brauchen, welches den Sinn des Schemas auch wohl besser wiedergibt. So wären z. B. die Moose und Gefäss-Kryptogamen (überhaupt die Prothallioten) als Paratypen des Architypus der Archegoniaten zu bezeichnen. Der Ausdruck Paratypus soll die Beziehung einer morphologischen Gruppe zum Architypus bezeichnen; es leuchtet aber nach dem Vorigen ein, dass die verschiedenen Paratypen unter sich als Divergenten auftreten können.

Wichtiger als diese Unterscheidungen dürfte aber der Begriff der Parallelbildungen sein, weil er einen gewissen Gegensatz zu dem der Verwandtschaften darstellt. Das Wort selbst ist ja schon vielfach in der Litteratur gebraucht worden, ich wüsste aber nicht, dass der Begriff jemals genau definirt worden wäre. Ich verstehe unter Parallelbildungen oder einfach „Parallelen“ solche Gestaltungen, die, ohne unter sich phylogenetisch verwandt zu sein, also bei verschiedenem Ursprung, doch wesentliche Aehnlichkeiten besitzen, und zwar kann dies auf zweierlei Weise geschehen: der Parallelismus kann 1. ein habitueller oder physiologischer oder biologischer sein — oder aber 2. er ist morphologischer Natur.

Der habituelle Parallelismus[1]) liegt in der Aehnlichkeit der äusserlichen Erscheinung, ohne dass die morphologischen Merkmale entsprechende sind; in letzter Instanz beruht er auf der formativen Wirksamkeit äusserer Reizmittel. Daher sind alle Photomorphosen unter sich, viele Barymorphosen und besonders viele Hydromorphosen unter sich habituelle Parallelen; noch mehr aber wirkt ein ganz zufälliges Zusammentreffen verschiedenster Mechanomorphosen, formativer Reizwirkungen und Adaptationen dahin, physiologische Parallelen zu erzeugen, die unter Umständen selbst eine Art Mimikry hervorrufen können. So ist z. B. die Rosa berberidifolia durch die Art ihrer Sprossform, Verzweigung, Blattumrisse und Stellung der Stacheln der normalen Habitusform der meisten Berberisarten so ähnlich, dass selbst ein geübtes Auge sich täuschen lässt, bis genaue Besichtigung den wahren Sachverhalt zeigt und die gänzliche Verschiedenheit des morphologischen Charakters und somit der phylogenetischen Abstammung erkennen lässt. Ebenso gleicht das blühende Geranium triste in seinem Habitus manchen Umbelliferen mit zersprungenen Merikarpien so sehr, dass ich oft an einem Exemplar vorüberging, ohne zu bemerken, was ich in einiger Entfernung sah, bis sich die Mimikry bei näherem Zusehen herausstellte. An den habituellen Parallelismus mancher succulenten Euphorbien mit manchen Cacteen brauche ich nur zu erinnern. Dass ich die Blattbildung in den verschiedenen Architypen und Paratypen, bei den Brauntangen, Florideen, Siphoneen (Caulerpa), den Moosen, Prothallioten und Angiospermen nur für parallele Photomorphosen halte, habe ich schon in Notiz VIII ausgesprochen; die Blattbildung wurde dadurch hervorgerufen, dass aus dünnen faden- oder stielförmigen Gebilden durch den Lichtstrahl rechtwinkelig und quer zu dessen Richtung flächenförmige Gebilde entstehen, was auch bei den Laubflechten und am Protonema der Tetraphis u. a. geschieht. Ursprünglich waren dies ontogenetische formative Reizwirkungen, die aber dann mehr oder weniger erblich wurden. Zu den Parallelen gehört auch die Aehnlichkeit der „Moosblüten“ mit denen der „echten“ Phanerogamenblüthen, überhaupt die bei allen Architypen wiederkehrende dichte Zusammenstellung der Sexualorgane und Sporangien, meist mit besonderen Hüllen.

---

[1]) Der Unterschied von habituellem oder biologischem und morphologischem Parallelismus tritt besonders deutlich hervor in Goebel's „Pflanzenbiologischen Schilderungen“, zumal bei den biologischen Gruppen der Succulenten und der Wasserpflanzen u. a.

Diese Beispiele, die sich sehr vermehren liessen, werden genügen, zu zeigen, was ich unter physiologischen oder habituellen Parallelen verstehe. Doch möchte ich noch an die durch combinirte Thätigkeit der Verzweigungsform und der Cambiumbildung erzeugte Baumform bei den verschiedensten Typen der Dicotylen erinnern.

Wer die Geschichte der systematischen Botanik kennt, weiss, welchen verhängnissvollen Schaden die habituellen Parallelformen im 16., 17., 18., ja, selbst noch im 19. Jahrhundert in den Köpfen der Systematiker angerichtet haben, weil man sich immer wieder durch sie dahin täuschen liess, Verwandtschaften anzunehmen, die sich nicht durchführen liessen, weil sie der Morphologie und Phylogenese widersprachen. Jeder systematisch-botanische Unterricht sollte damit beginnen, dem Anfänger den Unterschied von physiologischem Habitus gegenüber der phylogenetischen morphologischen Verwandtschaft klar zu machen.

Für die tiefere Erforschung der Gestaltungsvorgänge, speciell der inneren Gestaltungsursachen oder Automorphosen sind die morphologischen oder phylogenetischen Parallelen von ungleich grösserem Werth, besonders dann, wenn wir den Parallelismus im Werdegang der Architypen beachten, bei den verschiedenen Architypen vergleichen und dabei nicht vergessen, dass jeder Architypus von allen anderen unabhängig fortgeschritten ist, oder, um es stark auszudrücken, ein Pflanzenreich für sich bildet. Wie sehr das letztere der Fall ist, leuchtet sofort ein, wenn man sich etwa denkt, es gäbe gar keine Muscineen, deren gemeinsame Abstammung mit den Farnen von einem Urahnen durch Goebel's archaische Lebermoose, Laubmoose und Trichomanesarten festgestellt sein dürfte. Gäbe es nun aber gar keine Muscineen oder, was hier dasselbe ist, wäre dieser Paratypus der Archegoniaten uns gänzlich unbekannt, so würde kein Kennzeichen der anderen Typen und Paratypen uns ahnen lassen, dass es so etwas wie Muscineen jemals gegeben haben müsse. Ebenso könnten wir uns vom rein morphologischen Standpunkt aus vorstellen, dass es ausser den Angiospermen gar keine anderen Pflanzen gäbe oder je gegeben habe; nichts würde uns verrathen, dass dies ein Irrthum sei, nur vielleicht würde ein findiger Kopf bei den Tapetenzellen in der Samenknospe und bei den zwei Zellkernen im Pollen stutzen und sich fragen, was diese gänzlich unnützen Dinge zu bedeuten haben.

Ich erwähne hier diese gänzliche Unabhängigkeit der einzelnen Architypen von einander desshalb mit Nachdruck, weil erst dadurch die Thatsache ihre ganze Bedeutung gewinnt, dass in allen Architypen morphologische aufsteigende Reihen vom Einfachsten bis zum Complicirtesten vorhanden sind und dass trotz der Isolirung der Architypen und Paratypen doch gemeinsame Gestaltungsregeln zu erkennen sind, die, reinmorphologischer Natur, nichts mit formativen Reizgestaltungen zu thun haben. Die Beachtung dieses Verhaltens lässt uns einen tieferen Einblick in das Walten der inneren Gestaltungsursachen und der Phylogenese thun, denn es zeigt, dass allen Architypen trotz ihrer Isolirtheit etwas Gemeinsames eigen ist; man könnte sagen, dieses Gemeinsame sei eben die Pflanzennatur, wenn damit nur etwas gewonnen wäre. Ich denke, das eben Gesagte wird sofort einleuchten, wenn man sich einige Beispiele von morphologisch phylogenetischen Parallelen ins Gedächtniss ruft. Da erinnere ich zunächst daran, dass die einfachsten Formen verschiedener Architypen und sogar verschiedener Paratypen ihre Fortpflanzung durch gleichartige und gleich grosse Gameten, etwas höher organisirte durch ungleichartige und ungleich grosse Gameten bewirken, worauf dann als letzter Schritt die Befruchtung einer grossen Eizelle durch ein Spermatozoid eintritt; so z. B. bei den Brauntangen, den Siphoneen. Dagegen kann es zweifelhaft scheinen, ob die Fruchtbildung der Florideen als eine Parallele zu der der Ascomyceten oder als direct architypischer Charakter aufgefasst werden darf, da meiner Ansicht nach die letzteren eben nur ein Paratypus am Architypus der Florideen sind; — unzweifelhafte Fälle von morphologischem, phylogenetischem Parallelismus bieten uns jedoch die verschiedenen heterosporischen Gruppen, welche sich aus den homoeosporischen Prothallioten hervorgebildet haben. Die ganze Art, wie sich der Sexualakt morphologisch vorbereitet und wie das sexuell erzeugte Produkt der Salvinien und Marsilien (an zwei Untertypen der Farne) entsteht, ist ein besonders klarer Fall von morphologischem Parallelismus und ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Selaginellen und Isoëten, die sich aus den homoeosporischen Lycopodinen ableiten. Dazu kommt noch, dass in allen vier Fällen der Parallelismus der beiden verglichenen Paare durchaus ähnlich verläuft. Nehmen wir nun noch dazu, dass die Samenbildung der Gymnospermen ebenfalls einen wenigstens zweifachen Ursprung haben muss, da wir annehmen dürfen, dass die Cycadeen aus dem Farntypus sich ableiten, die Coniferen aber aus einer oder vielleicht sogar aus drei Gruppen von heterosporischen Lycopodinen herzuleiten sind und dass die Gnetaceen in ihrer Samenbildung und vegetativen Histologie auf einen ähnlichen Ursprung hinweisen, so haben wir schon bei der Entstehung der Gymnospermen, je nachdem man sich den Ursprung der Cycadeen, Taxineen, Cupressineen, Abietineen und Gnetaceen zurecht legt, drei oder fünf Parallelen an den hoch differenzirten Paratypen des Archegoniatenstamms. — Nehmen wir aber mit De Bary und nach den in § 5 gegebenen Darlegungen an, dass die Angiospermen aus einem tief unten am Stammbaum des Architypus der Archegoniaten entsprungen sind oder, wie es De Bary nannte, der Hauptreihe des Pflanzenreichs angehören, so erscheint ihre Samenbildung abermals als eine Parallele zu der der Gymnospermen. Wäre der Raum einer blossen Notiz nicht so beschränkt, so liessen sich noch viele andere, zumal auch histologische Parallelen bei verschiedenen Architypen anführen; betreffs der Histologie darf wohl erinnert werden an die ungemein deutlich ausgebildeten Siebröhren im Stamm der Laminarien, besonders aber der Makrocysten, die man wohl um so mehr als einen Parallelfall morphologischer Art mit den Siebröhren der Prothallioten und Angiospermen betrachten darf, als es sich um zwei möglichst verschiedene Architypen: die Brauntange und die Archegoniaten im weitesten Sinne handelt.

Die Annahme, dass die Siebröhren in beiden Fällen nur als formative Reizwirkungen zu betrachten seien, scheint mir unhaltbar.

Indessen handelte es sich bei unseren letzten Betrachtungen mehr um eine Orientirung in der sprachlichen Behandlung der Phylogenetik; eine solche Orientirung scheint mir durchaus nöthig, wenn an die Stelle der veralteten formalen Morphologie die causale Behandlung der Gestaltungsvorgänge im Pflanzenreich treten soll.

Und besonders wichtig schien mir die Unterscheidung der physiologischen oder habituellen Parallelen von den morphologisch phylogenetischen, weil durch diese Unterscheidung gewissermassen zwei Forschungsgebiete von einander abgegrenzt werden: die physiologischen Parallelformen bei ganz verschiedenen Architypen sind zum Theil einer experimentellen Behandlung zugänglich oder lassen sich doch durch physiologische Schlussfolgerungen mit einiger Wahrscheinlichkeit auf bestimmte Ursachen, auf Reizwirkungen, Correlationen, Mechanomorphosen (wie z. B. die Blattbildungen auf Photomorphe) zurückführen, was alles betreffs der morphologisch phylogenetischen Parallelen bis jetzt wenigstens nicht möglich ist; gerade in diesen letzteren gibt sich das Wirken der inneren Gestaltungsursachen zu erkennen, deren Causalverkettung mit der Selectionslehre und überhaupt dem Darwinismus unvereinbar ist, während sie zugleich die festeste Basis der wissenschaftlich durchgeführten Descendenztheorie ist.

§ 8. Zum Schluss sollen nun noch einige phylogenetische Fragen allgemeinster Art behandelt oder wenigstens ventilirt werden.

Da drängt sich mir zuerst die Frage auf: gab es sogleich vom Anfang des organischen Lebens an Architypen in dem bisher festgehaltenen Sinne? Die Frage könnte fast müssig scheinen, wenn nicht der Gedanke berechtigt wäre, dass ja uranfänglich Formen existiren konnten, in denen die Eigenschaften der uns bekannten und noch nicht bekannten Architypen noch nicht vorhanden waren, aus denen aber gleichzeitig, d. h. in gleichen, palaeozoischen Perioden, oder nach und nach die ersten, einfachsten Grundformen der Architypen sich herausgebildet haben. Bei einem derartigen Sachverhalt würde das Dilemma von monophyletischem und polyphyletischem Ursprung des Pflanzenreichs seine Bedeutung verlieren. Allerdings scheint dem die von Koken mit Recht hervorgehobene Thatsache zu widersprechen, dass auch schon die ältesten Thierformen sich ebenso, wie die späteren, den noch jetzt lebenden Architypen einordnen, also auf eine frühzeitige Entstehung der architypischen Verschiedenheiten hinweisen, wozu noch die ebenfalls von Koken scharf betonte Thatsache kommt, dass schon die allerältesten Repräsentanten der Architypen ihre biologischen Adaptationen besassen und nicht etwa nur die typischen Merkmale, die wir durch Abstraction gewinnen und zur Charakteristik der Typen benutzen; d. h. es gab keine Coelenteraten oder auch keine Mollusken als solche schlechthin, sondern nur bestimmte specifisch biologisch und physiologisch ausgestattete Arten von Coelenteraten und Mollusken u. s. w. Dies entspricht meiner dualistischen Theorie der Gestaltungsprocesse, wonach jede organische Form (zunächst jede erbliche Varietät und Species) ihr Dasein dem Zusammenwirken zweier Ursachen, der inneren Automorphose und der durch äussere Eingriffe bewirkten formativen Reize verdankt. — Es ist aber die Frage, ob sich diese geistvollen Apperçüs Koken's von den Thieren auf die Pflanzen übertragen lassen; denn nach meinen obigen Darlegungen müssen die einfachsten Thiere aus einfachen Pflanzen entstanden sein und da entsteht der Zweifel, ob dies vor oder nach der Entstehung der vegetabilischen Architypen stattgefunden hat; wäre letzteres der Fall, so könnten die animalen Urtypen aus verschiedenen pflanzlichen Formen entstanden sein, die als die Urformen vegetabilischer Architypen aufzufassen wären. — Man sieht aber, dass wir schon mit diesen ersten Erwägungen auf das Gebiet blosser Speculationen gerathen, wo es an festgestellten Thatsachen fehlt.

Indessen schwebt die Eingangs gestellte Frage doch nicht ganz in der Luft und braucht wenigstens nicht als irrelevant bei Seite geschoben zu werden. Es ist bekannt, dass die einfachsten Algen und Pilze in ihrer Ontogenese einer ausserordentlichen Freiheit geniessen; unbedeutende äussere Eingriffe verändern den zeitlichen Verlauf der consecutiven Gestaltungen, wofür nur an die von Woronin und Rostafinski beschriebenen Entwickelungsvorgänge von Botrydium, an die neueren Entdeckungen in der Gestaltungsfähigkeit der Sacharomyceten (nach Hansen-Kopenhagen) und zahlreiche andere zu erinnern ist. Vergleicht man damit die starre Consequenz in der Ontogenese der Prothallioten und noch mehr der Angiospermen, so muss man wohl zugeben, dass die einfachsten Pflanzenformen eine grössere Biegsamkeit ihrer Ontogenese besitzen, wenn auch immerhin das specifische Schema erblich constant ist, wie bei den höchstorganisirten Arten. Aber immerhin ist doch diese Biegsamkeit und freie Gestaltungsfähigkeit während der Ontogenese jener „polymorphen“ Species einfachsten Baues der kleinen Verwandtschaftsgruppen ein Zeichen dafür, dass die Erblichkeit noch nicht den hohen Grad von Constanz erreicht hatte, wie wir sie bei der Keimung und Entwickelung bis zur Samenreife bei den hochdifferenzirten Mitgliedern der Architypen, zumal der Archegoniaten, sammt den Angiospermen kennen.

An diese bekannten Wahrnehmungen schliessen sich einige weitere Thatsachen, die hier wohl der Erwähnung werth sind, weil sie zeigen, dass sehr einfache Algen und Pilze nicht nur ganz ausserordentliche Formveränderungen durch äussere und zwar chemische Einwirkungen annehmen können und dass diese Missbildungen durch äusserst grobe Veränderungen der sie umgebenden und zum Theil als Nahrung dienenden Flüssigkeit verursacht werden. Höher organisirte Pflanzen würden durch solche ihnen ganz fremdartige Salzzusätze zu ihrem Lebensmedium einfach getödtet werden, aber keine Missbildungen erfahren. Ich verweise hier auf eine 1871 erschienene Arbeit Famintzin's,[1]) der Protococcus, Stigeoclonium u. a. Algen in ½proc. bis 3proc. Salzlösungen wachsen liess. — Viel reichhaltiger ist Raciborski's Untersuchung über die erstaunlichen Formänderungen an dem Pilze Basidiobolus ranarum,[2]) den er in den allerverschiedensten Lösungen von anorganischen und organischen Stoffen wachsen liess, wobei Concentrationen von wenigen bis vielen Procenten angewendet wurden, die keine höher organisirte Pflanze an ihren Wurzeln ertragen würde. Dabei wurden Gestaltungen hervorgerufen, die selbst den fundamentalsten Theilungsgesetzen und Wachsthamsregeln der Zellen widersprechen, während der Experimentator es in der Hand hat, beliebig asexuelle oder sexuelle Fortpflanzung hervorzurufen und dies im Laufe weniger Stunden oder Tage.

Man wird fragen, was dies mit der Frage zu thun habe, ob es vom Anfang alles Lebens an schon Architypen gegeben habe, d. h. ob die einfachsten Urformen derselben schon als Träger architypischer Merkmale auftraten. Nun meine ich, wenn es noch jetzt, wo die organische Welt alt geworden ist, wo die Einzelformen (Species) durch lange Gewöhnung erblich und constant geworden sind — wenn es noch jetzt möglich ist, durch sehr einfache, aber grobe und einseitig chemische Eingriffe so weitgehende Veränderungen an einfachen Pflanzen zu erzielen, dies auch zu jener Zeit möglich gewesen sein kann, wo die ersten organischen Formen als mikroskopisch kleine Wesen vom einfachsten Bau allein das Pflanzenreich darstellten, aus denen sich dann die ersten typisch erblichen Formen, als Vorläufer der Architypen entwickeln konnten. Es ist nach Raciborski's

---

1) Famintzin, Die anorgan. Salze als u. s. w. in Melanges biol. Petersbg. T. VIII p. 226.

2) In Flora 1896 p. 107 ff.

Angaben und Bildern sogar möglich, dass in diesem Zustand der organischen Welt noch nicht einmal diejenigen Gestaltungsregeln aufgetaucht und erblich waren, die wir gegenwärtig als die Fundamente der Zellbildung betrachten: die rechtwinkelige Schneidung der consecutiven Zellwände, die Symmetrie der caryolytischen Figur u. a. Diese Untersuchungen an Basidiobolus zeigen auch, dass die zeitliche Reihenfolge der ontogenetischen Gestaltungen, die sonst einen so wesentlichen Charakter der Ontogenese darstellt, bei diesem einfachen Organismus derangirt werden kann und wir dürfen daraus doch schliessen, dass die Erblichkeit bei den ersten Organismen noch unvollkommen gewesen sein kann und dass sie erst dann sich steigerte, als aus einem Formenchaos sich bestimmte Typen herausbildeten. Typen und Architypen sind eben nur auf Grund der strengen Erblichkeit denkbar; ohne diese wäre die organische Formenwelt ein Chaos kleiner Formengruppen. Zum Wesen eines Typus, besonders eines Architypus, gehört nicht bloss eine grosse Mannigfaltigkeit morphologisch ähnlicher Formen, sondern ebensosehr, dass diese aus (wenn auch oft nur hypothetischen) Urformen hervorgegangen sind, deren Merkmale trotz aller Variationen der Nachkommen festgehalten, vererbt wurden.

Einen etwas festeren Boden betreten wir bei Betrachtung der Thatsache, dass die einfachsten Anfangsformen der Architypen noch eines Merkmals entbehren, das für die gesammte Gestaltung der Pflanzenwelt von höchster Wichtigkeit ist und das Fundament aller vegetabilischen Gestaltungsvorgänge darstellt: ich meine die Scheidung der genetisch verbundenen Zellgenerationen in embryonales und somatisches Gewebe (oder Substanz), was offenbar mit dem Mangel an echter Gewebebildung zusammenhängt.

Die Differenzirung in embryonales und somatisches Gewebe tritt schon bei den nur einigermaassen höher organisirten, aus der ursprünglichsten Einfachheit emporsteigenden Formen, den ersten Stufen der architypischen Reihen auf und zwar in verschiedener Art; während auf den allerniedrigsten Stufen alle zu einer Ontogenese gehörigen Zellen oder besser deren Energiden im Stande sind, die Continuität des Lebens fortzusetzen, ist es ein Zeichen beginnender Differenzirung, wenn diese Fähigkeit nur bestimmten Energiden erhalten bleibt, die anderen aber als somatische von selbst (durch Automorphose) zu Grunde gehen[1]). Jenes geschieht durch Bildung von Sporen, Gameten,

---

[1]) Vergl. meine Notiz IX am Schluss.

Zygosporen und Oosporen auch bei solchen Arten, deren Zellen noch nicht in Gewebemassen verbunden bleiben; aber die wichtigste Form der Differenzirung in embryonale und somatische Theile tritt erst mit dem Gewebeverband der Zellen auf und führt zur Bildung der Vegetationspunkte, die bei den höher differenzirten Formen aller Architypen die Ausgangspunkte der Ontogenese darstellen, da nur in und an ihnen die Produktion neuer Organe stattfindet, die dann (abgesehen von den generativen Energiden der Eizellen und Befruchtungskörper oder auch Sporen) somatisch werden und zu Grunde gehen; die Continuität des Lebens einer Species wird dann ausschliesslich oder doch normal durch das embryonale Gewebe der Vegetationspunkte und ihrer generativ bleibenden Produkte (Sporen, Eier und Spermatozoen) erhalten[1]).

Aus dem Gesagten folgt nun, dass die morphologischen Merkmale der Architypen, da sie bei allen einigermaassen höher differenzirten Formen nur durch die Vegetationspunkte vererbt und erhalten werden, sich aus solchen Urformen entwickelt haben, bei denen noch keine Scheidung in embryonales und somatisches Gewebe vorhanden war. Auch diese Betrachtung führt uns also zu dem Resultat, dass vor der ersten Entstehung der Architypen einfachste organische Formen existirt haben können, in denen vielleicht noch keine typisch erblichen Anlagen walteten.

Hier entsteht nun aber die Frage, durch welche Ursachen aus jenen Urformen erbliche und typische Anlagen entstehen konnten, die sich dann mit Hilfe der Erblichkeit zu immer höher und mannigfaltiger differenzirten Formen weiter entwickelten. Vor Allem — waren es äussere Anstösse chemischer und physikalischer Natur? also Zufälligkeiten? — oder lag in den Energiden der Urformen schon eine innere Disposition, die sich unter günstigen Umständen weiter entfaltete?

Unter beiden Voraussetzungen muss es Wunder nehmen, dass sich aus den noch kaum in sich differenzirten einfachsten Urformen, (deren Zahl als sehr gross und überall verbreitet anzunehmen ist, wo einfachstes Leben möglich war, wie noch jetzt das Plankton und der organismenreiche Staub) — dass sich aus diesen eine so geringe Zahl von Architypen herausbildete. Vielleicht weist dies darauf hin, dass ein ganz besonderes Zusammentreffen chemischer und physikalischer Bedingungen nöthig war, auch eine ganz besondere innere Structur der ursprünglichen Energiden, die allein im Stande war, aus sich heraus neue, erbliche und höher differenzirte Formen zu erzeugen. Ich glaube, dem zufälligen Eingreifen formativer Reize dürfen wir keine allzu grosse Bedeutung beimessen, soferne es sich um die Entstehung der Architypen und ihrer Fortbildung in den Paratypen handelt; denn man darf nicht vergessen, dass formative Reize zufällig eintreten; wogegen gerade die Betrachtung der Architypen nach Allem, was ich in dieser Notiz gesagt habe, darauf hinweist, *dass in jedem Architypus ein nur ihm eigenes Gesetz der Gestaltung herrscht,* durch welches alle untergeordneten Typen und Einzelformen beherrscht werden und das ist eben das harmonische[1]) Ineinandergreifen der morphologischen, erblichen Merkmale des Architypus. Diese Rolle fällt den morphologischen, typischen Merkmalen zu, weil sie für die blosse Existenz der Species gleichgiltig sind, während die durch formative Reizwirkungen entstandenen Merkmale die materielle Existenz vermitteln. Auch diese können in sehr hohem Grade erblich werden und durch erbliche Summirung neuer Eigenschaften höhere Ausbildung erfahren, aber auch Rückbildungen und dies kann selbst in dem Grade geschehen, dass nicht nur einzelne Familien und Gattungen, sondern grössere Formengruppen (wie die Laubmoose, Equisetum, viele Farne u. s. w.) einen gemeinsamen biologischen Habitus annehmen; aber sie sind durch äussere Eingriffe veränderlich, während die echt morphologischen Merkmale eines ganzen Architypus durch formative Reize nicht zu verändern sind.

---

[1]) Vergl. Sachs, „Vorlesungen", I. Aufl. 1882 und II. Aufl. p. 819. In demselben Werk habe ich mich auch über die adventiven Bildungen ausgesprochen, weil diese zeigen, dass unter Umständen auch aus somatischen Zellen neues embryonales Gewebe und Vegetationspunkte entstehen können.

Sollten diese Erwägungen richtig sein, so führen sie allerdings zu einer nicht geringen Schwierigkeit; wie soll man sich das innere Wesen der Energiden (denn auf diese allein kommt es an) denken oder vorstellen, wenn sie befähigt sein sollen, aus sich heraus, ohne äussere Einwirkungen, Veränderungen und zwar gestaltliche Veränderungen zu erzeugen, d. h. ihre eigene Lebensthätigkeit so zu verändern, dass dadurch die gesetzliche fortschreitende Vervollkommung

---

1) Man hat, wie ich glaube, bisher bei allgemeinen Betrachtungen über die Gestaltungen in den Organismen zu wenig auf die innere Harmonie aller Lebenserscheinungen in einem Individuum geachtet. Gerade bei der von der der Thiere weit abweichenden Ontogenese der Pflanze bietet das Zustandekommen der inneren Harmonie sowohl betreffs der Gestaltungsvorgänge wie betreffs der organischen Functionen viel Merkwürdiges dar. Es eröffnen sich da neue Gesichtspunkte auch für die Beurtheilung der Correlationen.

der typischen Merkmale bei immer zunehmender Differenzirung erzielt wird, dass aus einfachsten Urtypen der Archegoniaten schliesslich die Muscineen mit ihren Marchantien und Polytrichen und anderseits die Prothallioten mit ihren Gymnospermen entstanden sind u. s. w.

Man könnte sagen, das sei überhaupt undenkbar; allein, was war nicht Alles früher undenkbar! so ziemlich alle Naturerscheinungen und trotz aller Klarheit des physikalischen und chemischen Denkens sind doch auch jetzt noch gerade die fundamentalsten Thatsachen „undenkbar“ oder nicht „vorstellbar“.[1]) Dadurch, dass wir uns einen Naturprocess einstweilen nicht klar vorstellen können, wird der Causalnexus noch nicht geleugnet und schliesslich kommt es auch in unserem Falle darauf allein an. Jede Ontogenese (wie ich in Notiz IX darlegte) zeigt uns, wie die Energiden im Laufe einer individuellen Ontogenese ohne besondere äussere Anregungen eine Reihe von Veränderungen durchmachen, vom embryonalen Zustand bis zum natürlichen Tode; auch das ist einstweilen nicht causal zu begreifen und im Grunde ist die fortschreitende Vervollkommnung der Formen in einem Architypus nicht wesentlich verschieden davon, es kommt nur darauf an, dass die ontogenetische Automorphose, die ja nur eine fortschreitende Veränderung der Energiden bedeutet, selbst noch kleine Veränderungen erfährt, die sich erblich summiren. Auch in der individuellen Ontogenese sehen wir ein Emporsteigen von der einfach organisirten Eizelle oder Spore oder Brutzelle u. s. w. zu immer complicirterer Structur, ebenso wie es mit der Artenbildung in einem Architypus geschieht. Eine Aehnlichkeit zwischen der individuellen Ontogenese und der phylogonetisch fortschreitenden Vervollkommnung in einem Architypus findet auch darin statt, dass beide ein natürliches Ende, einen höchsten Grad der Differenzirung erreichen[2]). Wenn aber die embryonalen Entwickelungstufen sehr verschiedener Typen in einem Architypus einander ähnlich sind, so divergiren dann die weiteren phylogenetischen Gestaltungen, bis ein höchster Grad der Verschiedenheit erreicht ist. Aber dies geht nicht in infinitum fort; so wie jede Species eine Zeit der höchsten Differenzirung in ihrer Ontogenese erreicht, meist in der sexuell vorbereiteten Frucht, so scheint auch jeder Architypus und selbst jeder grosse Paratypus ein Ende seiner phylogenetischen Fortbildung, eine höchste Stufe seiner Vollkommenheit zu erreichen. Diesen Eindruck macht mir die Thatsache, dass die verschiedenen Divergenzreihen oder Paratypen der Prothallioten (inclusive der Gymnospermen) sämmtlich schon zur Zeit des Carbons vorhanden und in ihren höchsten Formen entwickelt waren; dieser grossartigste phylogenetische Process im Pflanzenreich ist aber längst beendigt; die geologische Zeit vom Carbon bis heute ist undenkbar gross, aber in diesem Zeitraum sind keine grossen Paratypen am Stammbaum der Archegoniaten neu entstanden, wenn auch immer neue Gattungen, Species und Familien zum Vorschein kamen und, was noch merkwürdiger ist, eine phylogenetische Steigerung der morphologischen Organisation über die Samenbildung hinaus ist bei keinem Paratypus seit dem Carbon eingetreten; mit der Samenbildung haben die Cycadeen (aus den Farnen entsprungen), die von den Lycopodinen herstammenden Coniferen ebenso wie die Gnetaceen sowie die Angiospermen ihre höchste Organbildung morphologisch erreicht; es ist auch *schwer zu errathen, was über die Frucht- und Samenbildung hinaus noch phylogenetisch und morphologisch hätte geschehen können;* seit dem Carbon ist der Typus der Prothallioten in seiner morphologischen Schaffenskraft also erschöpft. — Die Palaeontologie der Muscineen ist leider sehr armselig; aber aus morphologischen Gründen darf man wohl annehmen, dass auch bei ihnen das Höchste an Vollkommenheit der Differenzirung längst erreicht ist, dass über die Marchantien unter den Lebermoosen und die Polytrichen unter den Laubmoosen hinaus keinerlei Fortbildung stattgefunden hat und stattfinden konnte; auch bei ihnen scheint sich der „Gestaltungstrieb“ erschöpft zu haben, freilich in ganz anderer Richtung als bei den Prothallioten, aber entsprechend dem phylogenetischen Entwickelungsmodus der Muscineen. — Ueber die als Algen zusammengefassten Architypen wird sich in dieser Richtung gegenwärtig kaum etwas Bestimmtes sagen lassen, es ist zu wenig von ihnen erhalten.

---

[1]) Denkbar oder vorstellbar heisst ja doch nur, dass man im Stande ist, die betreffenden Erscheinungen mit bereits bekannten und gewohnten logisch zu verbinden, sie causal zu verknüpfen.

[2]) Haeckel's „Grundgesetz“ bezieht sich zunächst nur auf die embryonalen Entwickelungsvorgänge, kann aber auf den ganzen Verlauf der Ontogenese ausgedehnt werden. Uebrigens bin ich nicht recht einverstanden damit, dass Haeckel die embryonale Ontogenese als eine verkürzte Recapitulation der Phylogenese bezeichnet, was die Sache selbst nur äusserlich trifft, ohne die wirkenden Ursachen klar zu legen, was ich in vorliegender Notiz versucht habe.

§ 9. Wie sich die Selectionslehre mit allen bisher erörterten Thatsachen etwa abzufinden glaubt, ist schwer zu errathen. Namentlich die halbpopulären Darstellungen der Selectionslehre, die, wie Darwin selbst, immer von den zwar oft auffallenden, aber morphologisch unbedeutenden biologisch-physiologischen Veränderungen bei der Varietätenbildung[1]) ausgehen und daraufhin den Gesammtplan (oder eigentlicher die Planlosigkeit) des gesammten organischen Reiches theoretisch in unbestimmten Worten construiren, können den durch die Systematik aufgedeckten, hier dargelegten morphologischen Beziehungen nicht Rechnung tragen; wie wäre es auch möglich, aus den an sich recht interessanten Erfahrungen der Taubenzüchter und Gärtner die grossartigen morphologischen Beziehungen innerhalb eines Architypus, wie der Archegoniaten, Brauntange, Florideen u. s. w. herauszufolgern, da es durch noch so lange fortgesetzte Züchtung nicht einmal gelingt, eine Species einer Gattung oder Familie in eine Species einer verwandten Gattung oder Familie umzuformen, das hat eben nur der durch Automorphose fortschreitende phylogenetische Process der Typen und Architypen gethan und es ist sogar fraglich, ob Letzteres, noch jetzt, in unserer geologischen Epoche geschieht. Acht Jahre vor Darwin's Origin of species hat W. Hofmeister durch die Darstellung der rein morphologischen Beziehungen der Moose unter sich und mit den Gefässkryptogamen und der letzteren zu den Gymnospermen den Grund gelegt zu der auf Thatsachen gestützten Descendenztheorie und zur Phylogenetik der von De Bary sog. „Hauptreihe“ des Pflanzenreichs; Goebel hat 40 Jahre später durch seine „Archegoniatenstudien“ die archaischen Formen der Moose und der Farne als die untersten bis jetzt bekannten Glieder zweier oder dreier Divergenzreihen festgestellt, ohne dass es nöthig war, bei diesen und ähnlichen Untersuchungen auf den Kampf ums Dasein, auf Selection und Adaptation Rücksicht zu nehmen. Ich habe dagegen seit 36 Jahren[2]) meine Aufmerksamkeit den Formveränderungen zugewendet, welche durch äussere Einwirkungen, durch „formative Reize“ an Pflanzen der verschiedensten Archi- und Paratypen hervorgerufen werden, ohne desshalb das schon 1865 von Nägeli angenommene Vervollkommnungsstreben ausser Acht zu lassen, nur dass ich sogleich auf die grossen Verwandtschaftsgruppen hinwies, an denen allein dieses deutlich zu erweisen ist.[3]) Das Resultat

---

1) Dass übrigens die Varietätenbildung wenigstens zum Theil auf Automorphose (neben formativen Reizgestaltungen) beruht, wurde schon eingangs gesagt.

2) Vergl. meine Angaben über Erzeugung von Fasciationen bei Phaseolus (Gesammelte Abhandl. p. 596); diese Abhandlung wurde 1859 publicirt.

3) Vergl. mein Lehrbuch I. Aufl. 1868, doch liess ich es damals noch unentschieden, ob Nägeli's Ansicht richtig sei, was bei seiner Darstellung kaum anders sein konnte; auch war ich damals selbst noch zu wenig auf diesem Gebiete orientirt.

meiner Studien habe ich in Kürze in der Notiz VIII dargelegt. Meine Theorie bezeichne ich als die dualistische Descendenztheorie, weil sie sowohl dem inneren Gestaltungstriebe[1]), wie der weitgehenden Einwirkung der formativen Reizwirkungen Rechnung trägt. — Die vorliegende Abhandlung sollte das in Notiz VIII Gesagte weiter ausführen und specieller begründen. In einer folgenden Abhandlung hoffe ich die verschiedenen formativen Reizwirkungen ausführlicher darzustellen.

§ 10. Endlich möchte ich nur noch einen Punkt flüchtig berühren. Man legt, und wohl mit Recht, grossen Werth auf die Thatsache, dass die Organismen den Lebensbedingungen entsprechend organisirt oder angepasst sind und sieht darin das wichtigste Fundament der Selectionslehre mit ihrem Kampf um's Dasein. Ich habe nun dagegen zu bemerken, dass es bei der nach Hunderttausenden zählenden Menge der Pflanzenformen doch nur eine beschränkte Zahl von Arten ist, die sich durch eclatante Einrichtungen biologischer Natur auszeichnen, worüber Goebel's: „Schilderungen" und H. Müller's: „Die Befruchtung der Blumen durch Insecten" (1873) u. s. w. genügende Auskunft geben. Aber bei sehr zahlreichen Gattungen und Familien sind specifische Adaptationen kaum zu bemerken; besonders die auf der ganzen Erde und in den Oceanen verbreiteten Species (besonders die sog. Unkräuter) bieten weder in physikalischer noch sozialer Hinsicht sehr auffallende, specifische Anpassungen. Zumal die physischen Adaptationen an die klimatischen und Ernährungsbedingungen sind auf derselben blumenreichen Wiese, in demselben Garten oder Teiche für alle Bewohner doch wohl die gleichen, obwohl die morphologischen Verschiedenheiten die denkbar grössten oder auch unbedeutende sind.[2]) Schärfer treten oft die „sozialen" Anpassungen hervor, wo es sich um die Bestäubungseinrichtungen, um Parasitismus u. dgl. handelt. Da aber frägt man sich oft vergeblich, inwiefern dieselben zur Erhaltung der Individuen und der Species nützlich oder angepasst sind. Sehr bekannt sind betreffs der Insectenbestäubung die Asclepiadeen; Asclepias syriaca habe ich viele Jahre cultivirt und immer gefunden, dass trotz der wunderbaren sog. Anpassungen der Blüthen an unsere Bienen und trotz des reichlichen Besuchs derselben doch kaum 1 % der Blüthen auch Früchte und Samen bringt, während die Chenopodien und Disteln, die Getreidearten, der Lein u. s. w. ohne so merkwürdige Einrichtungen die denkbar reichlichste Samenbildung haben; und ähnliche Beispiele liessen sich viele namhaft machen. Ganz allgemein kann man sagen, *dass sehr specialisirte Anpassungen nothwendig schädlich für die Erhaltung der Arten sind.*

---

[1]) Mit Rücksicht auf die vorhergehende Anmerkung lege ich Werth darauf, dass ich den Thatsachen besser zu entsprechen glaube durch Anwendung des Wortes „Gestaltungs"-Trieb statt Nägeli's ,,Vervollkommnungs"-Streben; in den grossen Typen und Architypen findet allerdings, wie oben ausführlich hervorgehoben wurde, eine stetig fortschreitende, morphologische Steigerung der Differenzirung von den einfachsten bis zu den höchst differenzirten Typen statt, aber wenn divergirende Reihen auftreten, so brauchen diese nicht höher differenzirt zu sein, als die Gradienten der fortschreitenden Abstammungsreihe.

[2]) Wie wenig klimatische Veränderungen die morphologisch erblichen Eigenschaften selbst in geologischen Zeiträumen beeinflussen und wie sehr manche Species geeignet sind, unter ganz verschiedenen physischen Bedingungen fortzuleben, das zeigen die Laubmoose auf den aus der Eiszeit stammenden und von Nordskandinavien auf den erratischen Blöcken nach Norddeutschland eingewanderten Laubmoose.

In der Zoopalaeontologie fiel mir Koken's Referat[1]) über die von O. C. Marsh entdeckten nordamerikanischen Dinosaurier auf, als ein Beispiel dafür, dass morphologische und physiologische Eigenschaften eines Lebewesens auftreten können, die den Untergang der Species bewirken; so die ungeheure Körpergrösse des Ceratops horridus mit einem acht Fuss langen Schädel, dessen Gewicht selbst dem übrigen Riesenkörper zu schwer wurde, dabei Bewaffnungen, die bei einem solchen Riesen ganz überflüssig scheinen und die Kleinheit des Gehirns bei einer ausserordentlich erweiterten Sacralhöhle. Es ist wohl anzunehmen, dass in derartigen Fällen der morphologisch-phylogenetische Process (die Automorphose) sich mit Uebermacht geltend machte, ohne dass die aufeinanderfolgenden Generationen in der Verkettung ihrer Ontogenesen Zeit und Gelegenheit fanden, sich den Lebensbedingungen „anzupassen"; oder man könnte sagen, der morphologisch-phylogenetische Process gerieth aus inneren Ursachen in Bahnen, welche das Zustandekommen einer Harmonie von Form und Umgebung erschwerten und endlich unmöglich machten. Was ich schon früher als innere Harmonie der Gestaltungskräfte auch bei Pflanzen bezeichnete, ist aber wesentlich durch die Correlationen bedingt, die ihrerseits nicht nothwendig durch formative Reizwirkungen veranlasst zu sein brauchen, sondern auch durch innere Gestaltungsursachen (durch Automorphose) hervorgerufen sein können.

Es kam mir in diesem Aufsatz darauf an, durch aphoristische Betrachtungen über die grossen und grössten Verwandtschaftsgruppen des Pflanzenreichs die Aufmerksamkeit auf solche Erscheinungen zu lenken, die meiner Meinung nach besonders geeignet sind zu beweisen, dass ein causales Verständnis der vegetabilischen Gestaltungsvorgänge nur gewonnen werden kann, wenn man neben den formativen Gestaltungsreizen, den Mechanomorphosen, Correlationen, specifisch organogenen Stoffen und anderen experimentell nachweisbaren *Einwirkungen auf die embryonalen Zustände der sich entwickelnden Organe — auch noch die in der Structur der Energiden selbst begründeten Veränderungen, die ich als Automorphosen bezeichne, mit in Anschlag bringt,* Veränderungen, die vorwiegend durch die phylogenetische Betrachtung erkannt werden, aber dem Experiment ihrer Natur nach unzugänglich sind. Ich bezeichne diese meine Anschauungsweise als die dualistische Descendenztheorie. Eine derartige, den gesammten Gestaltungsprocess der Organismen umfassende Ansicht lässt sich nicht wie mathematische, physikalische, mechanische, chemische Sätze direct beweisen; nur langjährige, vorurtheilsfreie Erwägungen haben mich zu dem genannten Ergebniss geführt; speciell ist es die Thatsache, dass die in einem Architypus vereinigten Formen und Divergenzreihen unter sich durch morphologische Merkmale verknüpft sind, die für die einzelnen Species biologisch gleichgültig sind und unmöglich durch zufällige äussere Eingriffe entstanden sein können; auch lehrt die in Notiz IX näher bezeichnete Automorphose der Energiden während der Entwickelung der Organe aus embryonaler Substanz durch alle Stufen der somatischen Ausbildung bis zum natürlichen Tode, dass in der *Structur* der Energiden Ursachen vorhanden sein müssen, welche auch ohne besondere äussere Anstösse geregelte, harmonische Formveränderungen hervorbringen, wenn nur die allgemeinen Zoomotoren, nämlich Wasser, Sauerstoff und geeignete Temperatur, den Stoff der Energiden in innerer Bewegung halten. Und ähnlich, wie dies während der individuellen Ontogenese geschieht, kann es auch während der Phylogenese innerhalb eines Architypus stattgefunden haben, nur dass bei der phylogenetischen Abzweigung einer Divergenzreihe an einzelnen Individuen zu den bereits angeerbten Vorgängen der Ontogenese neue abweichende Veränderungen hinzukamen, ein Prozess, der sich im Laufe der aufeinanderfolgenden Generationen oft wiederholte, so dass durch die Summirung neuer morphologischer Merkmale schliesslich immer höher differenzirte Nachkommen, theils als „Gradienten“, theils als „Divergenten“ entstehen. Sollen auf diese Weise aber erbliche Formen entstehen, so müssen die neuen Merkmale nothwendig an der embryonalen Substanz, also gewöhnlich an den Vegetationspunkten eingeleitet werden und in dem embryonalen Gewebe der folgenden Generation sich vererben, weil das somatische Gewebe (in welches der grösste Theil des embryonalen während der Ontogenese verwandelt wird) zu Grunde geht, also zur Vererbung nichts beitragen kann; die Continuität des Lebens und der phylogenetischen Gestaltung wird eben nur durch die jeweiligen Reste der embryonalen Substanz vermittelt.

---

[1]) In „Naturwiss. Rundschau" 1890 p. 151.

Ich weiss, wie unsicher die Wege sind, die man in einem solchen Walde von abstracten Begriffen wandelt, welch letztere selbst aus complicirten Untersuchungen gewonnen und neu geordnet werden müssen. In diesem letzten Punkt liegt vorwiegend die Schwierigkeit, sich dem Leser verständlich zu machen, weil dieser veranlasst werden soll, dem Autor auf seinen Gedankenverbindungen zu folgen, was immerhin eine gewisse Selbstüberwindung erfordert. Ich kann aber sagen, dass ich mich durch die seit vielen Jahren in mir entstandene dualistische Theorie der Descendenz von zahlreichen Schwierigkeiten frei gemacht habe; dies ist nicht ohne namhafte Schwierigkeiten geschehen, denn vor 20—30 Jahren kam es darauf an, mich von der formalen oder idealistischen Morphologie loszumachen,[1] später die Selectionslehre in ihrem Werth zu durchschauen (Notiz VIII) und zuletzt die früher herrschende Wachsthumstheorie Nägeli's aufzugeben, wie ich schon in Notiz IX gesagt habe; mit Nägeli's Anschauungen wäre meine Ansicht von der Continuität der embryonalen Substanz und von dem Wesen der Erblichkeit unmöglich gewesen; diese aber sind die Grundlage der Phylogenetik.

Würzburg, 3. Juni 1896.

---

[1] Was ich in bestimmter Form in dem Aufsatz „Stoff und Form“ in den „Arbeiten des botan. Instit. Würzburg“ 1880, p. 452 (auch in meinen „Gesammelt. Abhandlgn.“ 1893 p. 1159) gethan habe.

Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen.

Von

Witold v. Lazniewski.

(Hierzu 35 Textabbildungen.)

Einleitung.

Die hochalpine Vegetation zeichnet sich, abgesehen von ihrer systematischen Zusammensetzung, durch verschiedene charakteristische Merkmale aus.

Je höher man hinaufsteigt, desto niedriger werden die Pflanzen; ihre Blätter werden kleiner und drängen sich in dichte Rosetten zusammen. Die wenigen Holzgewächse bleiben klein und schmiegen sich kriechend der Erde an. Nur die Blüthen erscheinen im Verhältnisse zur Pflanzengestalt grösser und sind meist sehr intensiv gefärbt.

Dass viele von diesen Merkmalen aller Wahrscheinlichkeit nach unter dem directen Einflusse des alpinen Klimas entstehen, zeigen schon die experimentellen Untersuchungen von Gaston Bonnier [1] [2]. Dieser Forscher pflanzte nämlich auf beträchtlichen Höhen in den Alpen und Pyrenäen verschiedene Pflanzen der Ebene an und bekam als allgemeines Resultat: Verringerung der Blattgrösse mit gleichzeitiger Dickenzunahme des Blattes und Verkürzung der Internodien mit einer Tendenz zur Rosettenbildung. Besonders auffallend war dieses bei: Helianthus tuberosus, Helianthemum vulgare, Chenopodium Bonus Henricus, Betonica officinalis zu sehen.

Bonnier schreibt diese Veränderung der Pflanzengestalt der grossen Intensität des Lichtes und der grösseren Trockenheit der Hochgebirgsluft, im Gegensatz zu den Niederungen, zu.

Umgekehrt, cultivirt man typisch alpine, rosettenbildende Pflanzen in feuchter Luft unter Glasglocke, wobei gleichzeitig eine geringere Lichtintensität erzielt wird, so erhält man immer eine Auflösung der Rosette durch Verlängerung der Internodien. Schön ist dieses zu sehen bei den Saxifragen: opposotifolia und retusa und auch bei Silene acaulis, deren Photographie in natürlicher Grösse Figur 1 darstellt.

---

[1] G. Bonnier, Cultures experimentales dans les Alpes et les Pyrenées. Revue generale de Botanique T. II 1890.

[2] G. Bonnier, Recherches experimt. sur l'adaption des plantes au climat. alpin. Annales des sciences naturelles Botan. VII. Serie T. 20 1895.

Aber auch was den anatomischen Bau der Blätter anbetrifft, fand Bonnier bei den, in den Alpen aufgepflanzten, Exemplaren grosse Veränderungen, nämlich: eine Zunahme und grössere Ausbildung des Palisadenparenchyms, eine Verstärkung der Epidermis und der Cuticula.

Im Gegensatze zu Leist[1]), welcher ein Zurückgehen des Palisadenparenchyms bei Pflanzen aus hohen Standorten fand, zeigte Wagner[2]), dass bei den meisten, von ihm untersuchten alpinen Pflanzen, mit steigender Höhe des Standortes eine stärkere Ausbildung des Palisadenparenchyms auftritt, welche entweder auf einer Verlängerung der Palisadenzellen oder auf der Vermehrung ihrer Schichtenzahl beruht, wodurch, wie durch die experimentellen Untersuchungen Bonnier's die Resultate Leist's wieder in Zweifel gezogen wurden.

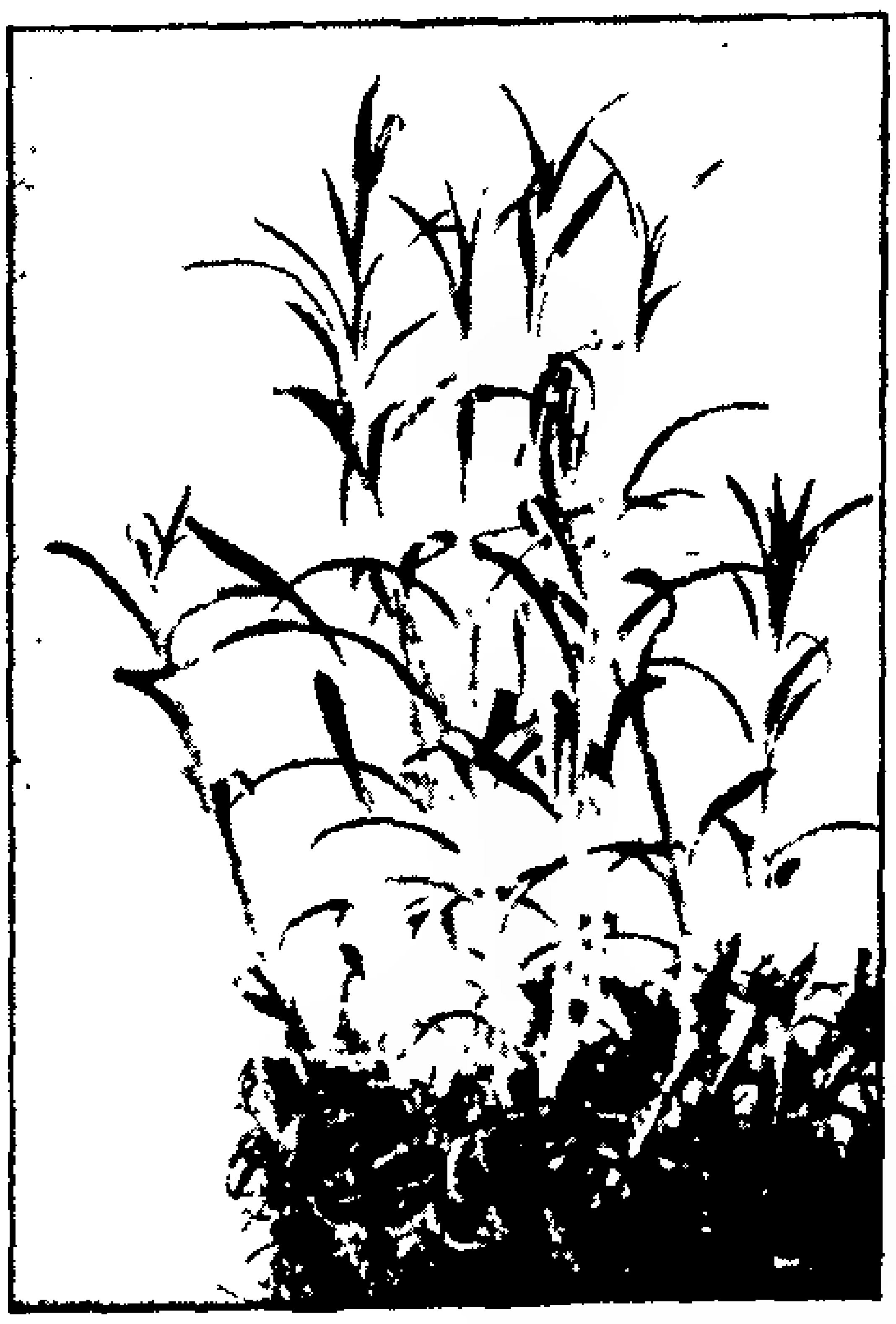


Fig. 1.

Es sei hier gleich bemerkt, dass Wagner viel mehr alpine und aus höheren Standorten stammende Species untersuchte als Leist. Im Allgemeinen ist er aber der Ansicht, dass Schutzeinrichtungen gegen Transpiration den Alpenpflanzen fehlen, obwohl er auch die von Bonnier und Leist gefundene Verstärkung der Epidermisaussenwand und der Cuticula bei alpinen Blättern „für viele Fälle bestätigt".

Wagner nennt auch selbst einige Fälle, wo der Epidermisschutz stärker ausgesprochen ist; er glaubt aber, dass „die durchschnittliche Beschaffenheit der äusseren Epidermiswand bei den alpinen Pflanzen keine so weitgehend verschiedene von derjenigen der Thalpflanzen ist, dass sich auf Grund derselben ein anderes, als ein

---

1) K. Leist, Ueber den Einfluss des alpinen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. Mitth. d. Naturf. Gesell. zu Bern 1890.

2) A. Wagner, Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen etc. Sitzungsber. d. K. Acad. d. Wissen. in Wien T. CI 1892.

negatives Urtheil, das des mangelnden besonderen Schutzbedürfnisses aussprechen liesse“ [1]).

Obwohl nun Wagner's Meinung auf der Untersuchung vieler Pflanzen basirt, so berücksichtigte er doch viele typisch alpine Pflanzen nur wenig, auch liess er die morphologische Blattgestalt und die Orientirung der Blätter ganz ausser Acht.

Diese müssen aber, meines Erachtens, bei der Beurtheilung einer Vegetation herangezogen werden.

Bei den Alpenpflanzen im weiteren Sinne, bietet die Ausbildung der Assimilationsorgane manches Interessante. Es lassen sich in dieser Beziehung sogar einige Gruppen unterscheiden, deren Aufstellung desto mehr berechtigt erscheint, als sie in verschiedenen geographischen Längen und Breiten bei Gebirgspflanzen auftreten und bei Angehörigen auch entfernt stehender Pflanzenfamilien wiederzufinden sind.

Die folgenden Gruppen umfassen aber keineswegs die ganze Alpenvegetation. Auch sind ihre Grenzen insofern nicht scharf genug gezogen, als Pflanzen, welche in einer Gruppe eingereiht wurden, auch theilweise zu einer anderen gehören können. So z. B. Pflanzen mit Rollblatttypus, welche ausserdem Schleimablagerungen in den Epidermiszellen aufweisen und andere Fälle.

Als solche Gruppen wären zu nennen:

I. Rosettenbildende Pflanzen, welche durch Verkürzung der Internodien und Verringerung der Blattfläche zu Stande gekommen sind und häufig mächtige Polster bilden.

Typische Repräsentanten dieser Gruppe in den europäischen Alpen sind: die Caryophyllaceen: Cherleria sedoides, Silene acaulis, Alsine aretioides; viele kleinblättrige Saxifragen; von Primulinen: Androsace- und Aretia-Arten; von Cruciferen: Draba-Arten und viele andere.

Auch in aussereuropäischen Gebirgsketten ist dieser Typus häufig. Es seien hier beispielsweise genannt: Donatia Novae-Zelandiae; die Stylideen: Helophyllum Collensoi und H. clavigerum, Forstera-Arten auf Neu-Seelands Alpen; Thylacospermum-Arten im Himalaya; Viola cotyledon, V. sempervivum in den südamerikanischen Anden, ferner daselbst die schon von Goebel [2]) erwähnten Werneria nubigena, Erigeron rosulatum, Valeriana rigida, V. tenuifolia, Malva acaulis und viele andere.

---

1) A. Wagner, l. c. p. 28.

2) Pflanzenbiolog. Schilderungen Bd. II p. 44.

II. Pflanzen mit Rollblättern, durch welche Einrichtung nur eine Blattfläche der Wirkung des Lichtes und der Verdunstung ausgesetzt wird, während die andere häufig auch noch durch Haare geschützt den äusseren Einflüssen entzogen ist.

In den europäischen Alpen weisen diese Form auf: Erica carnea, Empetrum nigrum und Azalea procumbens.

In den Anden kommt diese Form häufiger vor, so bei dem Grase Aciachne pulvinata, bei Berberis empetrifolia, bei Hinterhubera ericoides u. v. a.[1])

III. Pflanzen, welche innere, meistens durch Schleimablagerungen, sei es in der Epidermis, oder im Blattmesophyll, repräsentirte Schutzmittel besitzen.

Die hierher gehörenden Pflanzen werden später eingehend besprochen.

IV. Behaarte Pflanzen auf der Nordseite der europäischen Alpen ziemlich schwach durch die Compositen: Leontopodium alpinum, Gnaphalium-, Achillea-, Artemisia-Arten, auch durch Potentilla nitida repräsentirt.

In den Anden ist dieser Typus durch besonders mächtig und schön ausgebildete Formen vertreten. So durch Culcitium- und Espeletia-Arten[2]), durch Plantago- und Lupinus-Arten.

Auch Farne weisen behaarte Formen auf. So z. B. Jamesonia nivea, bei welcher die Behaarung mit einer merkwürdigen Stellung und Einrollung der Fiederblättchen combinirt ist.

Ebenfalls reich an behaarten Formen sind Neu-Seelands Alpen.

Es seien nur erwähnt so vollständig in Haare eingehüllte Formen wie Raoulia mamillaris, Raoulia glabra[3]), Haastia pulvinaris, ferner die mit schuppenartigen, löffelförmigen, inwendig behaarten Blättern ebenfalls zu den Compositen gehörige: Ozothamnus microphyllus und O. Selago.

Als besondere Gruppe wären noch zu nennen:

V. die zwergartigen, dem Boden angeschmiegten Holzgewächse, wie die alpinen Weiden, Azalea procumbens.

Da ich später im Gang dieser Abhandlung nicht mehr Gelegenheit haben werde, auf die Pflanzen mit behaarten Blättern zurückzukommen, so will ich gleich an dieser Stelle die oben genannten behaarten Compositen näher besprechen.

---

1) Goebel, Pflanzenbiolog. Schilderungen Bd. II p. 26.

2) Goebel, l. c. p. 20, 21.

3) Goebel, l. c. p. 42.

Haastia pulvinaris, von den englischen Kolonisten „vegetable sheep“ genannt, bildet hohe und breite Polster und ist so vollständig in Haare eingehüllt, dass sie auf den ersten Blick weder Stamm noch Blätter unterscheiden lässt.

Die einzelnen Sprosse sehen cylindrischen Baumwollklumpen täuschend ähnlich; nur die endständigen Inflorescenzen ragen aus den Haaren theilweise hervor.

Nach Entfernung der Haare sieht man dicht, nach $^2/_5$ stehende dem Stämmchen angeschmiegte Blätter von eigenthümlicher Gestalt.

Das ca. 8 mm lange Blatt ist in einen an der Basis 2—3 mm breiten, sich nach oben zu scheidenförmig erweiternden Stiel und in eine fast rechtwinkelig auf den Stiel stehende, nach aussen zurückgebogene, kurze, aber 7—8 mm breite Spreite differencirt.

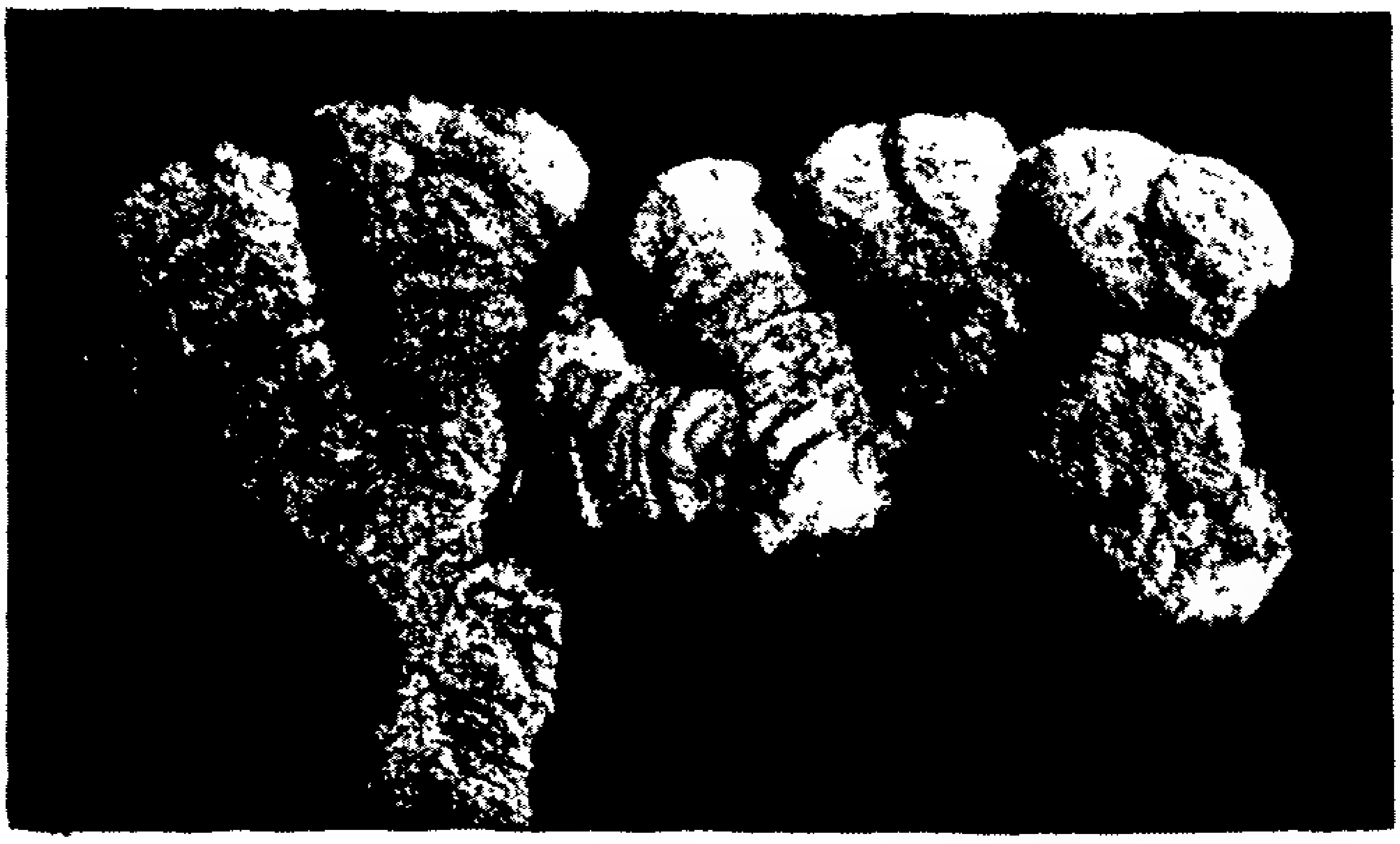


Fig. 2. Haastia pulvinaris, nach einem Trockenexemplare photographirt. Natürl. Grösse.

Es durchziehen den Stiel parallele Gefässbündel, die sich dann in der Spreite auszweigen.

Die Spreite ist auf der ganzen Oberseite von nahezu konischen, in Reihen angeordneten Ausstülpungen bedeckt, welchen auf der Unterseite relativ flache Vertiefungen entsprechen (Fig. 4 u. 5).

Lange, unregelmässig verwickelte Haare wachsen aus der ganzen unteren Stiel- und Spreiten-Epidermis und aus der Oberseite der Spreite hervor, während die Oberseite des Stieles haarfrei ist und sich an die das Stämmchen umfassenden Stiele der höher gelegenen Blätter fest andrückt.

Dabei ragt die rechtwinklig auf den Stiel gestellte Spreite nach Aussen hin und kommt unter die Spreiten der höheren Blätter zu stehen.

Indem sich nun die Haare der einzelnen Blätter mit einander verwickeln, kommt diese vollständige Verfilzung der Pflanze zu Stande, welche die Aehnlichkeit mit einem Baumwollklumpen herbeiführt und die Austrocknungsgefahr für die Pflanze stark vermindert, da die gesammten Blätter in windstillen Räumen stehen.

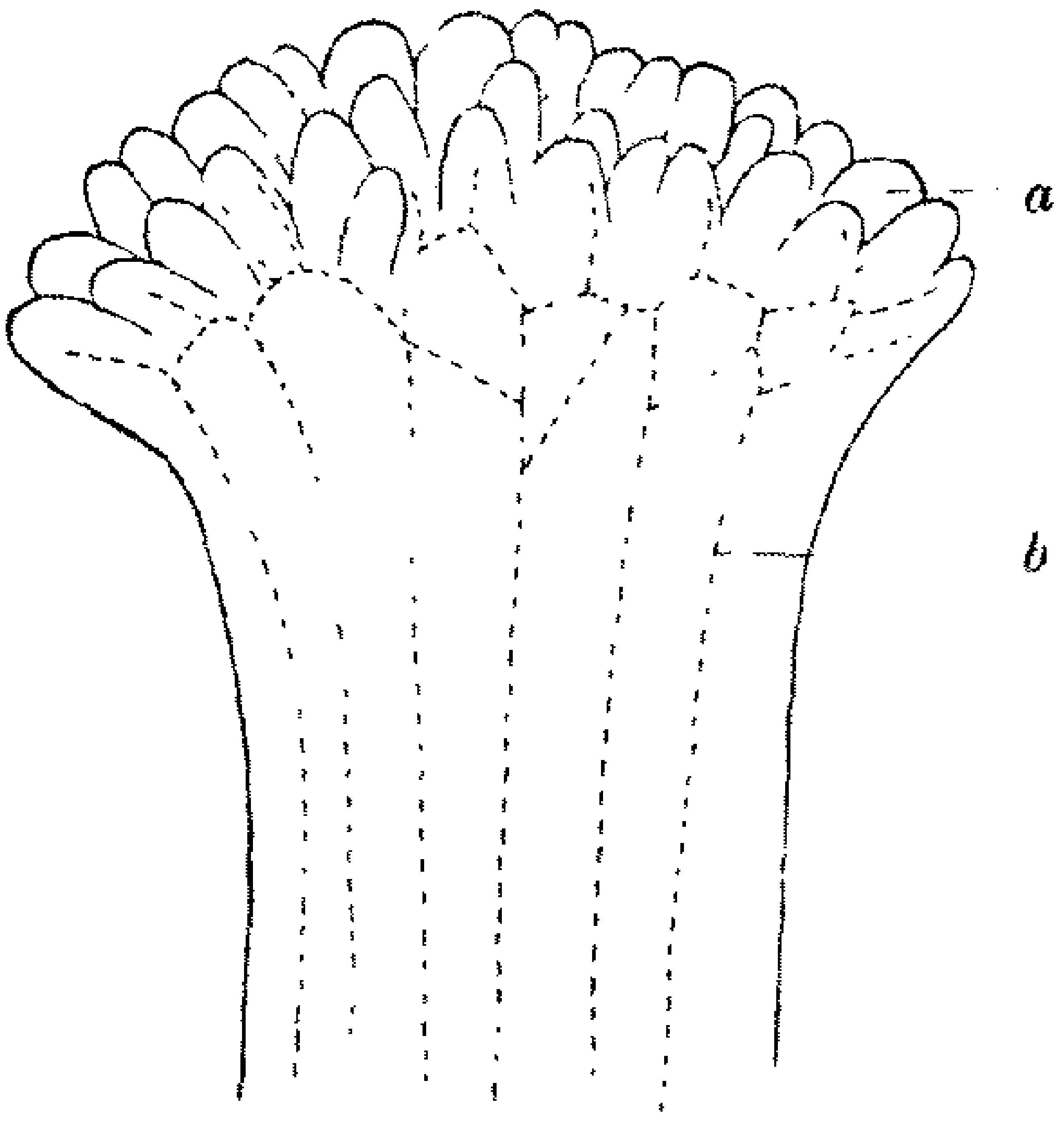


Fig. 3. Ein abgelöstes, von Haaren befreites Blatt von Haastia pulvinaris von oben gesehen. *a* Ausstülpungen der Spreite; *b* Gefässbündelverlauf im Stiele. Vergr. 15.

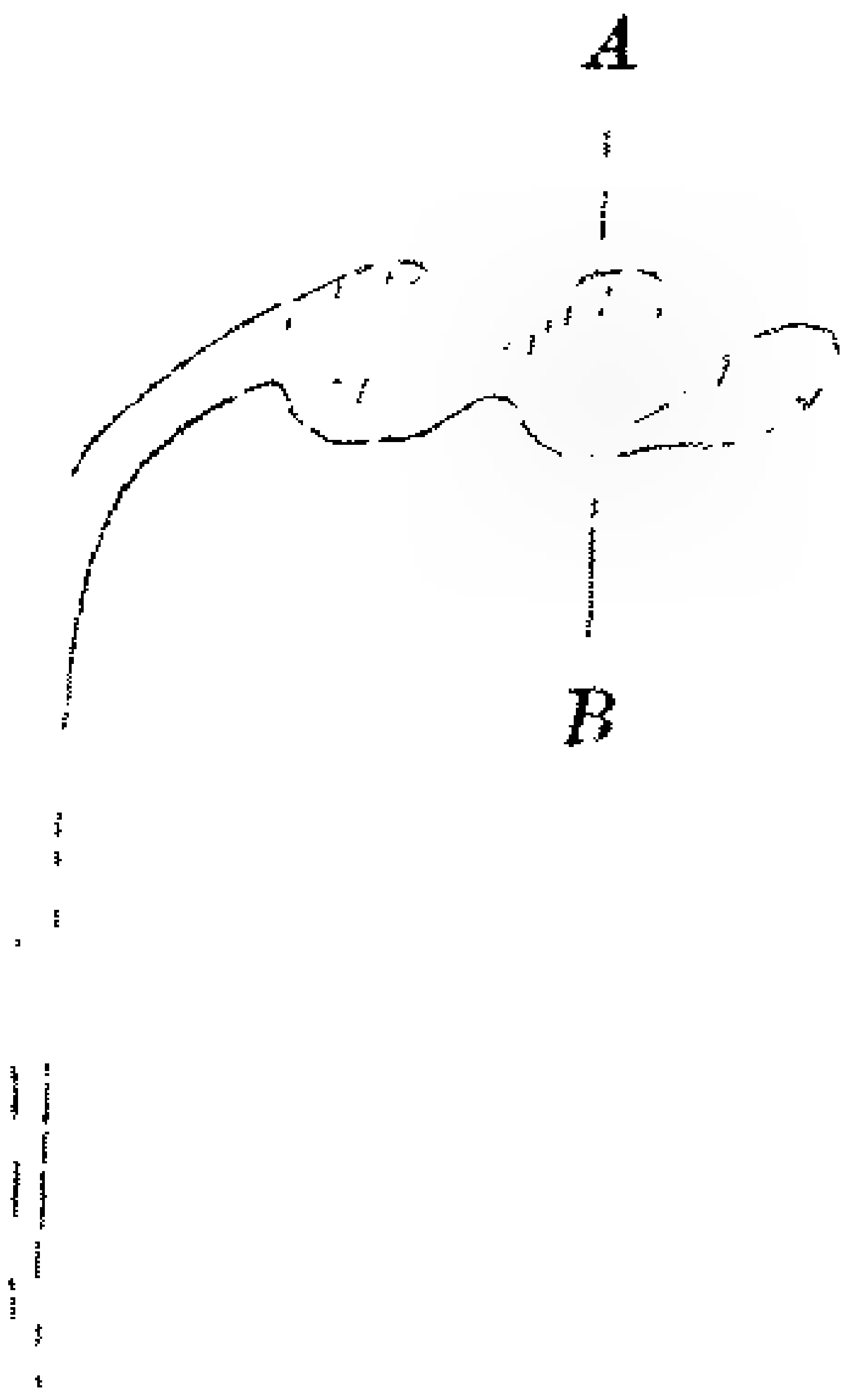


Fig. 4. Haastia pulvinaris. Längsschnitt durch ein Blatt. Die Richtung der Palisadenzellen in den Höckern ist schem. durch Striche angedeutet. Vergr. 10.

Die Spaltöffnungen der Blätter haben keinen weiteren Schutz. Sie ragen vielmehr nach aussen hervor (was auch bei vielen Pflanzen der ägyptischen Wüste von Volkens beobachtet wurde und vielleicht mit der Erleichterung des durch die starke Haarhülle erschwerten Gasaustausches in Verbindung steht) und sind nahezu gleichmässig auf der Unter- und Oberseite der Spreite, auf den Höckern und den Vertiefungen vertheilt, fehlen jedoch dem scheidenförmigen Stiele vollständig.

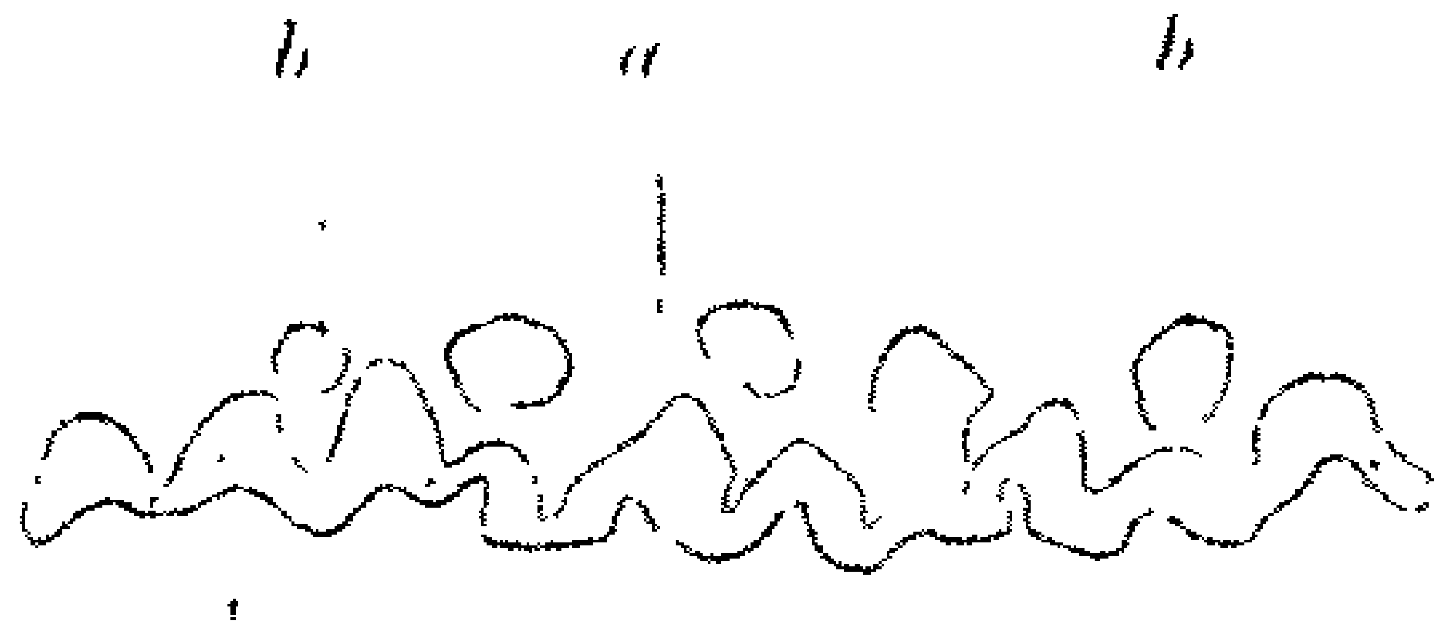


Fig. 5. Haastia pulvinaris. Querschnitt durch eine Blattspreite nach der Linie *AB* der Fig. 2. *a* Oberseite, *b* querdurchschnittene Höcker. Vergr. 10.

Der ganze Assimilationsapparat befindet sich in der Blattspreite, deren Oberfläche durch Ausstülpungen bedeutend vergrössert wurde, wobei gleichzeitig der gegebene Raum bestmöglich ausgenützt ist, ohne dass die Vollständigkeit der Baumwolleverpackung beeinträchtigt wird.

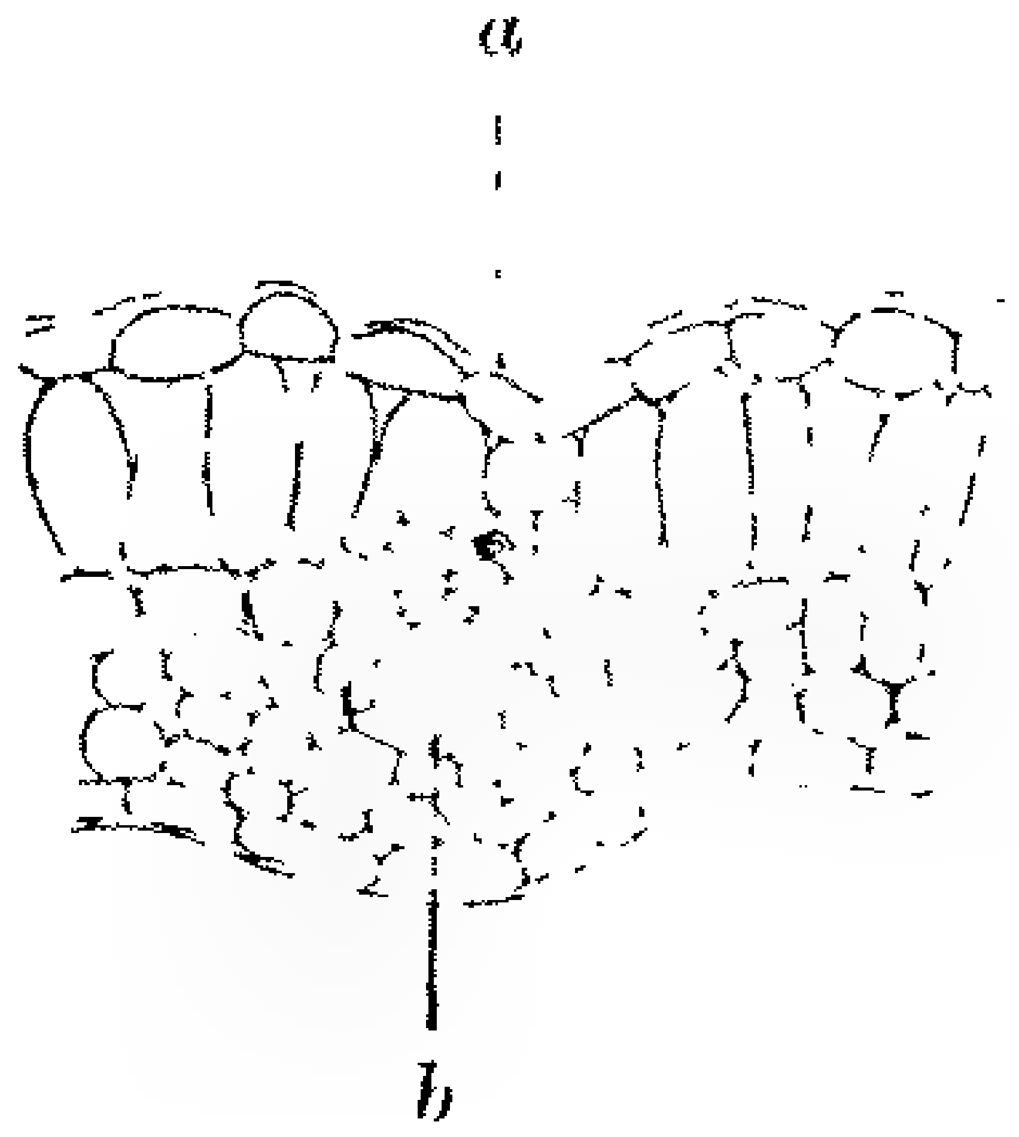


Fig. 6. Haastia pulvinaris. Querschnitt durch die Blattspreite. *a* Oberseite, *b* Harzgang. Vergr. 150.

Die anatomischen Verhältnisse der flachen Stellen des Blattes sind von denjenigen der Ausstülpungen verschieden. Fig. 6 zeigt den Bau der flachen Stellen. Oben befindet sich eine Reihe von Palisadenzellen, unten rundzelliges Parenchym. Die Cuticula der beiderseitigen Epidermis ist sehr dünn. Die Ausstülpungen zeigen auf Querschnitten einen centrischen Bau. Rings an der Mantelfläche herum befinden sich lange Palisadenzellen, welche nur am Gipfel senkrecht zur Oberfläche stehen, an den Längswänden dagegen schief nach unten gerichtet sind, was auf Längsschnitten deutlich zu sehen ist und in Fig. 2 mit Strichen schematisch angedeutet wurde.

Harzgänge durchziehen in grosser Zahl das ganze Blatt. Sie laufen unter den Gefässbündeln, deren Gefässe gering an Zahl und winzig schmal sind, was vermutlich mit der durch die Haardecke heruntergesetzten Transpiration im Zusammenhange steht.

Einen andern Typus der Ausbildung der Laubblätter begegnen wir bei zwei ebenfalls alpinen aus Neu-Seeland stammenden Compositen: Ozothamnus microphyllus und O. Selago.

Fig. 7 zeigt ein Habitusbild von Ozothamnus Selago, nach einem trockenen Exemplare photographirt.

An das Stämmchen drücken sich, es ganz bedeckend, schuppenartige, glänzende Blätter, wodurch die Pflanze das Aussehen einer zierlich geflochtenen, seidenen Schnur bekommt.

Die morphologische Oberseite der Blätter, welche der Sprossaxe angedrückt ist, sowie die Epidermis des Stammes sind mit dichten filzigen Haaren bedeckt, welche jedoch nach Aussen nur wenig herausragen. Das Blatt ist einfach und einem Löffel mit sehr kurzem Stiele ähnlich.

Seine nach aussen gekehrte gewölbte Unterseite ist mit einer dicken und glänzenden Cuticula bedeckt.

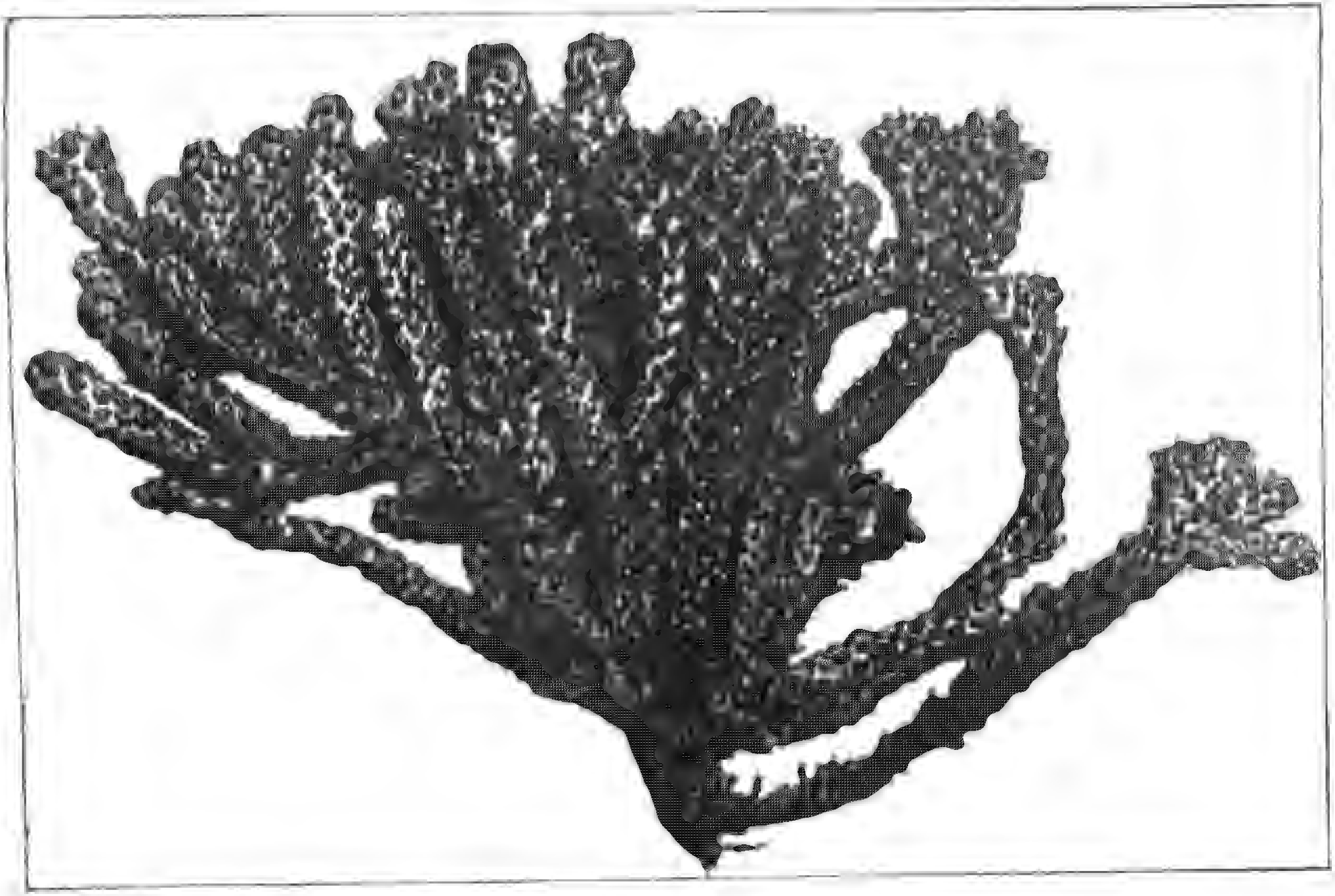


FIG. 2. [illegible]

Unter dieser liegt eine Epidermisschicht mit sehr stark verdickten Aussenwänden, dann folgt eine Reihe langer Palisadenzellen und schliesslich Schwammparenchym. (Fig. 8).

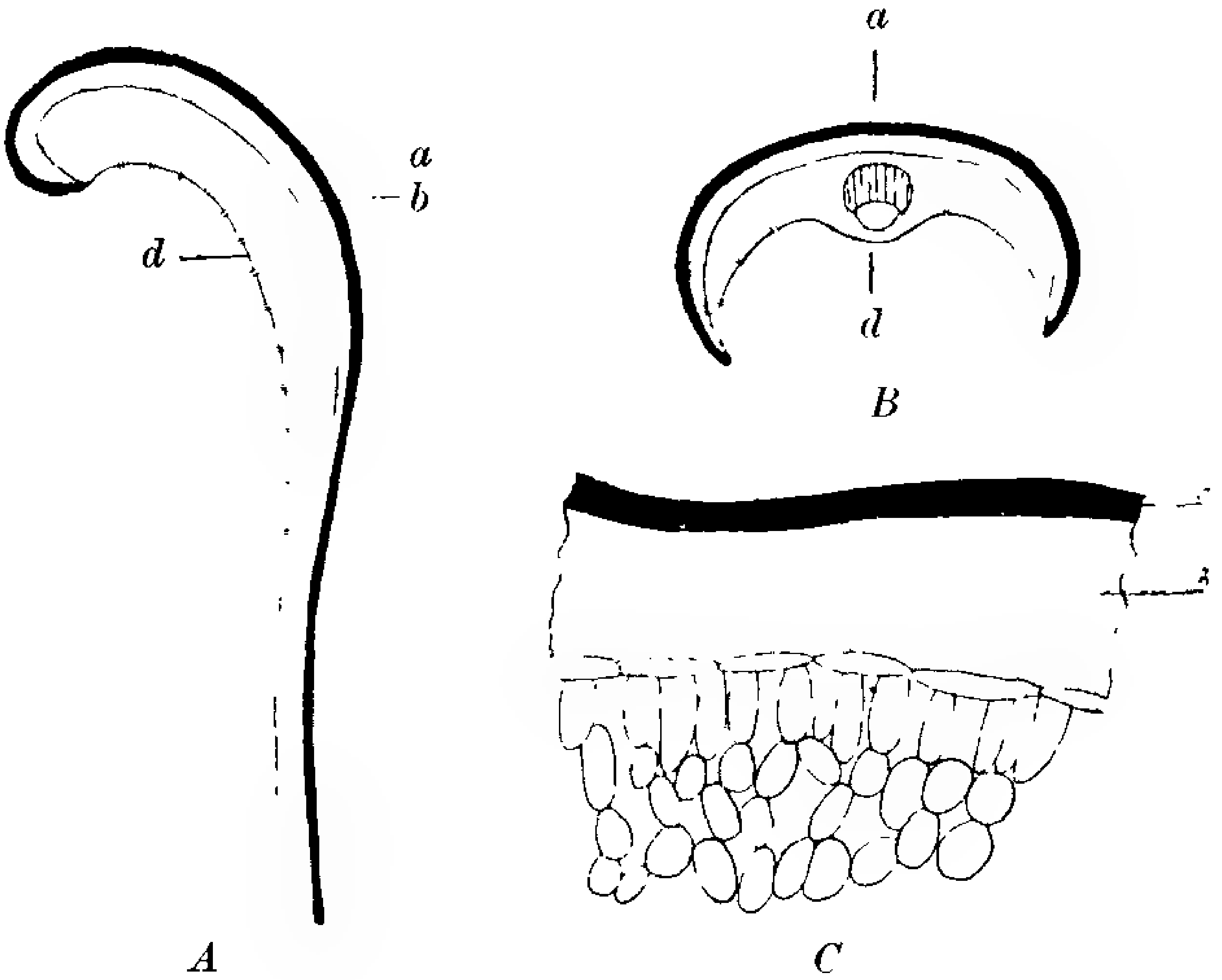


Fig. 8. Ozothamnus Selago. *A* Längsschnitt, *B* Querschnitt durch ein Blatt. Vergr. 24. *C* Querschnitt verg. 150. *a* Cuticula der morphol. Blattunterseite, *b* stark verdickte Aussenwände der Epidermiszellen, *d* Spaltöffnungen führende morphol. Oberseite des Blattes.

Spaltöffnungen befinden sich nur auf der behaarten Innen- resp. morphologischen Oberfläche des Blattes.

Ganz dieselben anatomischen Verhältnisse, nur im Kleinen, zeigt auch Ozothamnus microphyllus. Auch hier wie bei Haastia haben wir ein Beispiel vollkommenen Schutzes gegen starke Transpiration. Keine Spaltöffnungen sind blossgelegt, cuticulare Transpiration auf ein Minimum reducirt.

Die Hauptfunction des Blattes, die Assimilation, ist aber gesichert dadurch, dass die ganze untere Palisadenparenchym führende Blattfläche dem Lichte zugekehrt ist.

Ganz ähnliche Fälle, wo die Blattunterseite zur Aussenseite wird und die an den Stamm gedrückte Oberseite allein Spaltöffnungen trägt, wurden schon früher von Goebel unter anderen bei Lepidophyllum quadrangulare und Phoenocoma prolifera geschildert. [1])

Diese so vollkommen xerophile Ausbildung der genannten Gebirgspflanzen, welche in den andinen Culcitium- und Espeletia-Arten ihre Analogen haben, lässt auf das Vorkommen derselben an Stellen schliessen, wo ein Schutz gegen Transpiration nothwendig ist. Es braucht nun der Standort keineswegs ein vollkommen trockener zu sein, und thatsächlich sind, mit geringen Ausnahmen, sehr trockene Standorte in grösseren Höhen selten. So bezeichnet Goebel das Paramo-Klima als feuchtkalt und schreibt das Bedürfniss an Schutz gegen Transpiration bei den andinen Pflanzen der erschwerten Wasseraufnahme, infolge der niedrigen Temperatur desselben, wie auch den, eine rasche Verdunstung begünstigenden, starken Winden zu.

---

[1]) Biolog. Schild. T. II p. 32, 33.

Es scheint nun in diesen nebelverjagenden Winden oder, anders gesagt, in dem Wechsel der relativen Feuchtigkeit ein Factor zu liegen, der allgemein in hohen Gebirgen waltet.

„Das Charakteristische der Feuchtigkeitsverhältnisse grösserer Gebirgshöhen“, schreibt Hann[1], „ist der raschere Wechsel und die grösseren Extreme derselben. Volle Sättigung der Luft mit Wasserdampf, auf dem Boden aufliegende Wolken, wechseln häufig mit grosser Feuchtigkeit.“

Für javanische Berge gibt er sogar Zahlen an.

„Auf dem G. Slamat (3374 m)[2] war die mittlere relative Feuchtigkeit vom 20. bis 22. Juni 52 %, sie schwankte aber zwischen 13 % und 100 % innerhalb 24 Stunden; auf dem G. Semern (3740 m) war die Feuchtigkeit am 26. September Nachmittags bloss 26 % mit einem Minimum von 5 %“.

Aehnliches gilt für Montblanc.

„Martius Beobachtungen[3] auf dem grossen Plateau Montblanc (3930 m) geben für die Tage vom 28. August bis 1. September (1844) eine mittlere relative Feuchtigkeit von 38 %, während dieselbe in Chamonix gleichzeitig 82 % betrug. Das Minimum war oben 13 %, unten 50 %. Diese grosse Trockenheit wechselt wieder mit tagelanger Sättigung der Luft bei schlechtem Wetter“.

Wenn auch, sowohl für die Anden, als auch für die Neu-Seelands-Alpen keine Zahlenangaben in der mir zugänglichen Litteratur zu finden waren, so ist doch aus den Schilderungen der Reisenden[4], welche den raschen Wechsel zwischen Nebel und Wind stark betonen, zu ersehen, dass auch dort die Minima der relativen Feuchtigkeit ziemlich tief herabsteigen.

---

[1] J. **Hann**, Klimatologie 1883 p. 177.

[2] J. **Hann**, l. c. p. 177.

[3] J. **Hann**, l. c. p. 178.

[4] J. **Hann**, l. c. p. 656.

Nun ist es verständlich, dass Pflanzen, welche Schutzmittel gegen Transpiration besitzen, diese Minima besser ertragen können als solche mit zarten Blättern, und dass die vorhandenen Schutzmittel in einem sonst nicht trockenen Klima eben gegen die Minima der relativen Feuchtigkeit gerichtet sind.

Für die europäischen Alpen, das uns besonders interessirende Gebiet, herrscht in der neueren botanischen Litteratur keine Einigkeit, was die Beurtheilung des alpinen Klimas und seines Einflusses auf das Pflanzenleben anbetrifft.

Während alle Forscher einstimmig die in der Höhe verstärkte Lichtintensität annehmen, gibt es in Bezug auf Luftfeuchtigkeit drei Meinungen.

G. Bonnier[1]) nimmt eine grosse Trockenheit der Alpenluft an.

Leist[2]) erklärt, das Ergebniss seiner Untersuchung, dass: „die in den Alpen an freien, sonnigen Standorten gewachsenen Blätter in Bezug auf Form und Struktur mit den Schattenpflanzen der Tiefregion übereinstimmen“ durch „1. herabgesetzte Transpiration in Folge grosser Luftfeuchtigkeit, 2. grosse Bodenfeuchtigkeit“.

Wagner[3]) bestreitet im Allgemeinen die Resultate Leist's, nimmt aber mit ihm an, dass die Transpirationskraft der Alpenluft mit der Höhe abnehme und findet bei den Alpenpflanzen „keine so durchgreifende Schutzanpassungen wie starke Transpiration solche hervorzurufen pflegt“.

Schröter[4]) hebt unter anderen charakteristischen Momenten des Alpenklimas den starken Wechsel der Luftfeuchtigkeit und die starke Verdunstungskraft besonders hervor.

Schliesslich Stenström[5]), gestützt auf Hann's Klimatologie, bezweifelt die Richtigkeit der Auffassungen von Leist und Wagner, und ist eher geneigt den Wechsel zwischen Sättigung der Luft mit Wasserdampf und Trockenheit anzunehmen.

Angesichts so verschiedener Auffassungen des Alpenklimas wird es nicht überflüssig erscheinen einige Tabellen anzuführen, welche die Verhältnisse der relativen Feuchtigkeit an verschiedenen Höhen angeben.

---

1) Recherches experimentale l. c. p. 350, 356.

2) l. c. p. 159.

3) l. c. p. 47 u. 60.

4) Die Alpenfutterpflanzen, Stebler u. Schröter p. 76.

5) E. Stenström, Ueber das Vorkommen derselben Arten etc. Flora 1895 p. 225.

Die folgenden Tabellen sind den Annalen der Schweizer meteorologischen Centralstation entnommen.

Sie enthalten die mittlere relative Feuchtigkeit in den Sommermonaten und die kleinste beobachtete relative Feuchtigkeit. Das Maximum der relat. Feuchtigkeit war überall 100, was vollständige Sättigung der Luft mit Wasserdampf bedeutet.

Tabelle I. Station: Basel-Bernoulianum 278 m.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	
Mittel	69	81	67	71	72	82	1887
Minimum	26	38	33	30	32	51	
Mittel	82	65	76	77	80	85	1888
Minimum	39	24	29	44	48	56	
Mittel	74	78	81	76	77	79	1889
Minimum	41	38	44	42	48	31	
Mittel	73	76	75	75	79	81	1890
Minimum	33	39	42	42	45	40	
Mittel	71	67	72	72	72	82	1891
Minimum	36	33	44	33	31	45	
Mittel	77	77	78	78	75	81	1892
Minimum	33	26	44	49	47	54	

Tabelle II. Station: Rigi Kulm 1790 m.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	
Mittel	77	85	60	78	81	79	1887
Minimum	34	41	20	50	26	21	
Mittel	83	74	80	86	79	76	1888
Minimum	25	40	45	50	35	35	
Mittel	84	?	84	85	87	85	1889
Minimum	20		50	42	45	30	
Mittel	88	87	87	89	83	85	1890
Minimum	35	60	40	48	40	30	
Mittel	90	?	81	87	88	81	1891
Minimum	46		44	33	47	24	
Mittel	83	83	88	85	73	85	1892
Minimum	29	37	62	57	30	39	

Tabelle III. Station: Sils-Maria 1810 m.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	
Mittel	76	74	62	73	72	78	1887
Minimum	35	34	23	33	24	30	
Mittel	75	72	71	73	70	83	1888
Minimum	40	37	28	33	33	41	
Mittel	75	81	77	71	76	71	1889
Minimum	20	50	45	37	42	26	
Mittel	77	76	68	?	77	78	1890
Minimum	41	43	38		40	38	
Mittel	76	75	75	73	72	78	1891
Minimum	38	36	30	31	35	37	
Mittel	73	80	73	74	79	77	1892
Minimum	30	40	32	36	36	33	

Tabelle IV. Station: Säntis 2467 m.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September	
Mittel	73	90	81	81	81	76	1887
Minimum	28	47	28	38	**15**	23	
Mittel	89	83	83	93	80	84	1888
Minimum	43	32	42	51	**16**	27	
Mittel	90	84	86	89	89	85	1889
Minimum	30	45	31	38	38	17	
Mittel	81	81	87	87	85	75	1890
Minimum	38	33	**13**	**19**	37	25	
Mittel	89	86	82	91	88	68	1891
Minimum	27	30	31	**21**	36	15	
Mittel	78	81	88	85	76	88	1892
Minimum	7	16	**16**	30	30	32	

Unter 2000 m treten die Gegensätze der Luftfeuchtigkeit noch nicht scharf hervor. So ist für Sils Maria das niedrigste beobachtete Minimum 23 %, beinahe so hoch wie für Basel, wo die Minimum für Mai 1888 — 24 % und für Juni 1888 — 29 % betrugen.

Anders ist es, wenn wir die Tabelle für Säntis 2467 m betrachten. Hier sehen wir schon solche Minima wie 13 % und 16 % für Juni, 19 % und 21 % für Juli, 15 % und 16 % für August, wobei jedesmal das Maximum 100 % war.

In den Alpen dauern diese Minima sehr kurze Zeit, trotzdem können sie für die Pflanzenwelt verhängnissvoll werden, zumal da bei wolkenlosem Himmel die starke Insolation hinzukommt.

In wie fern diese Feuchtigkeitsverhältnisse von denjenigen in der Ebene differiren, kann man aus der beigefügten Tabelle V für Krakau[1]) ersehen, wo für die Sommermonate die Maxima kaum 96 % erreichen, die Minima aber unter die Grenze von 54 % nicht herabsinken.

Tabelle V. Station: Krakau.

	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Mittel	76	72	71	73	79	80
Maximum	89	88	87	91	96	92
Minimum	61	54	56	55	64	67

Auf Grund des Gesagten glaube ich als besonders charakteristisch für das Alpenklima annehmen zu können: eine stark und plötzlich zwischen weit auseinander liegenden Extremen schwankende relative Feuchtigkeit der Luft, besonders deutlich in grösseren Höhen bemerkbar.

Als weitere Factoren kommen hinzu: die in grossen Höhen gesteigerte Lichtintensität, Verdünnung der Luft und ihre Folgen.

Da es in den Alpen sehr verschiedene Standorte bezüglich der Bodenfeuchtigkeit gibt, so ist es selbstverständlich, dass die Schwankungen der relativen Feuchtigkeit der Luft bei Pflanzen, welche trockene Standorte einnehmen, viel stärker zur Geltung kommen, als bei Pflanzen aus feuchten Standorten.

Alpine Saxifragen.

Die vielen Species der alpinen Saxifragen nehmen im Gebirge sowohl in verticaler Richtung, als auch bezüglich der Bodenfeuchtigkeit sehr verschiedene Standorte ein. So wird z. B. Saxifraga stellaris

---

1) Zeitschrift der Oesterr. Gesellschaft für Meteorologie Bd. XIV p. 399 Dr. Wierzbicki, Referat.

nur an feuchten Orten gefunden, obwohl sie manchmal auch über 2000 m hinaufsteigt; Saxifraga oppositifolia und Sax. Burseriana sind hochalpin und wachsen an trockenen Stellen.

Morphologisch bieten die alpinen Saxifragen eine Mannigfaltigkeit von Typen und Blattformen, von solchen mit einfachen linear-lanzettlichen Blättern, bis zu solchen die eine deutliche Gliederung in Stiel und Spreite besitzen.

Auch der innere Bau der Blätter bietet manche Eigenthümlichkeiten, die mit der Stellung und Orientirung der Blätter in naher Beziehung stehen, wie ich es im Folgenden zu zeigen versuchen werde. Saxifraga oppositifolia wurde schon öfters untersucht, da aber die bisherigen Angaben nicht viel Licht auf den Bau ihres Blattes werfen, so ist es zweckmässig, dasselbe hier genau zu beschreiben.

Fig. 9 stellt das abgelöste Blatt von oben gesehen dar, wobei auch der Verlauf der Nervatur sichtbar gemacht wurde.

Figur 10 einen Längsschnitt durch die ganze Rosette, um die gegenseitige Lage der Blätter und ihre Orientirung zu zeigen. Die rechtwinklig zur Zeichnungsfläche stehenden Blattpaare wurden weggelassen.

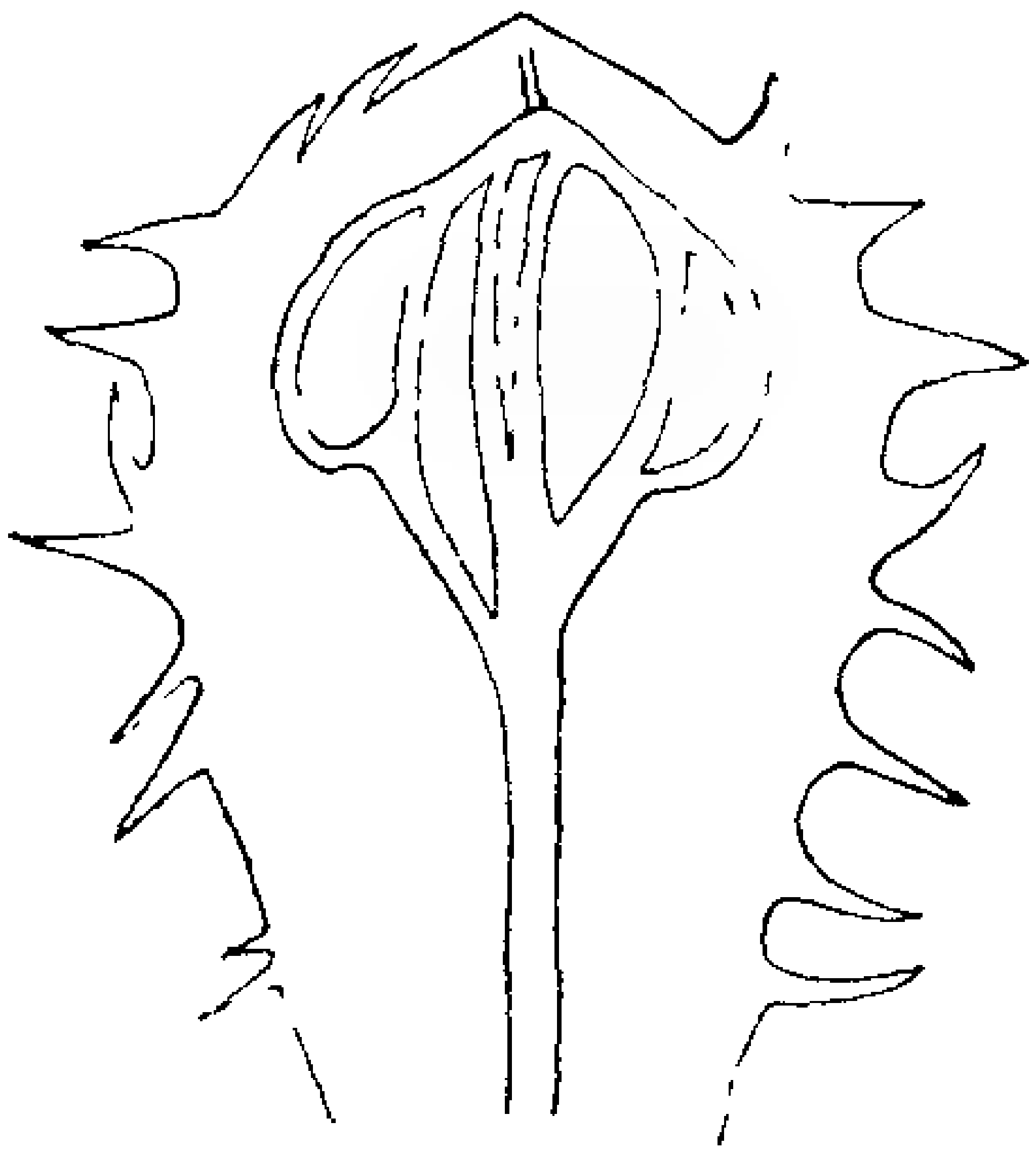


Fig. 9. Saxifraga oppositifolia. Ganzes Blatt von oben gesehen. Vergr. 14.

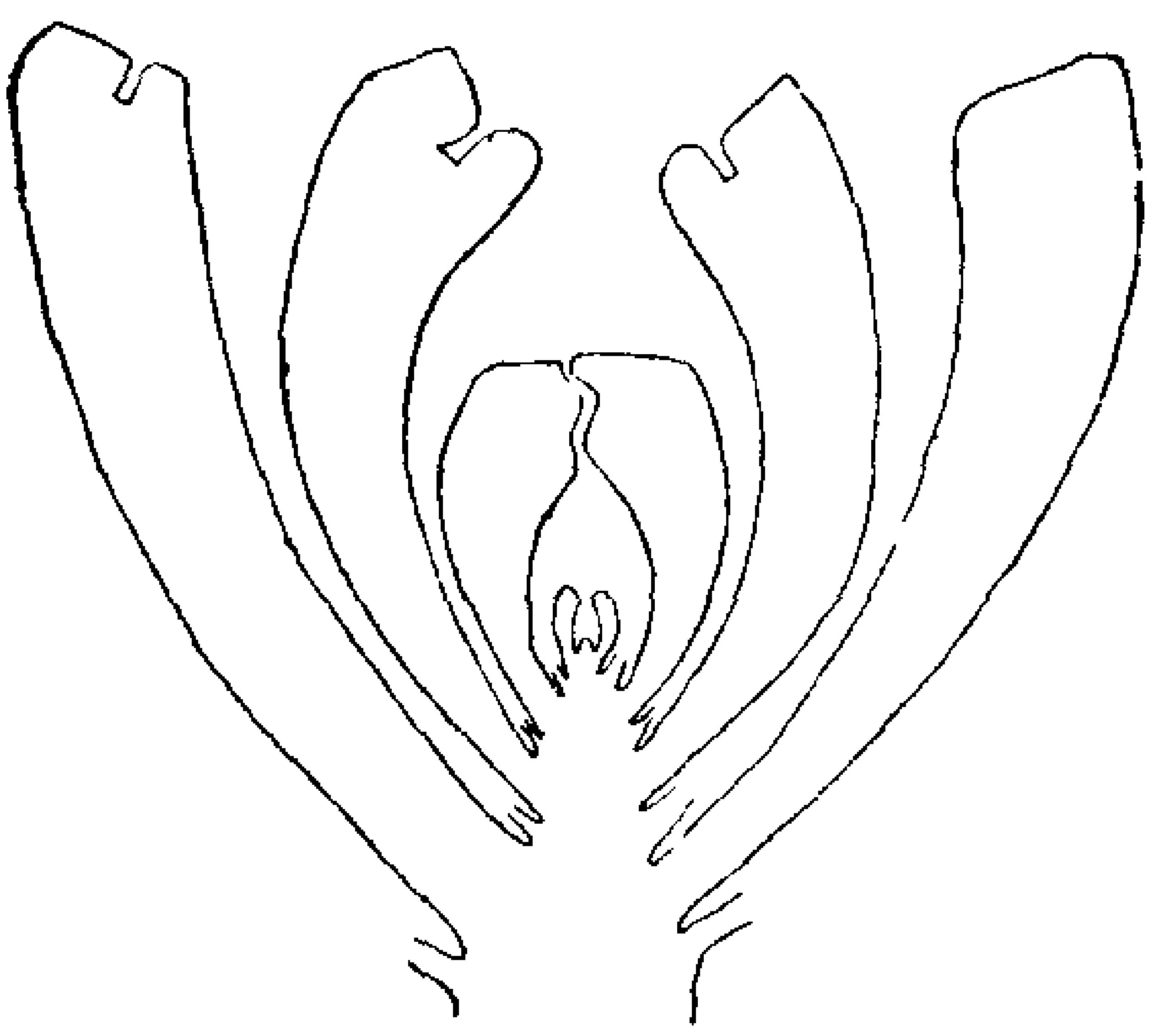


Fig. 10. Saxifraga oppositifolia. Längsschnitt durch eine Rosette. Vergr. 14.

Wenn die gegenständige Stellung der Blätter berücksichtigt und mit Fig. 10 verglichen wird, so ist es klar, dass bei der gedrängten Stellung der Blätter in der Rosette nur der oberste Blatttheil frei dem Lichte zugänglich ist und die am meisten exponirte Stelle des Blattes darstellt, während die übrigen Blattpartien von anderen Blättern bedeckt und beschattet werden.

Auf einem medianen Längschnitte des Blattes sieht man die Anordnung des Mesophylls in demselben und die übrigen anatomischen Verhältnisse.

In der oberen Partie des Blattes Fig. 11 ist die Cuticula sehr dick, die Epidermiszellen sind sehr klein und besitzen eine dicke Aussenwand. Hier gibt es keine Spaltöffnungen, ausser der Wasserspalte über dem Epithem. Die reichlich mit Chloroplasten versehenen Assimilationszellen der Blattspitze sind lang und in die Längsrichtung des Blattes gestreckt. Die Mitte des Blattes durchzieht, von Gefässbündelscheide umgeben, ein Gefässbündel, dessen Tracheiden in der oberen Partie des Blattes in ein dichtes, aus kleinen, runden, grosskernigen Zellen bestehendes Gewebe, das bekannte Epithem, münden. Dieser Bau wird verständlich, wenn man die Orientirung des Blattes und dessen Stellung in der Rosette ins Auge fasst.

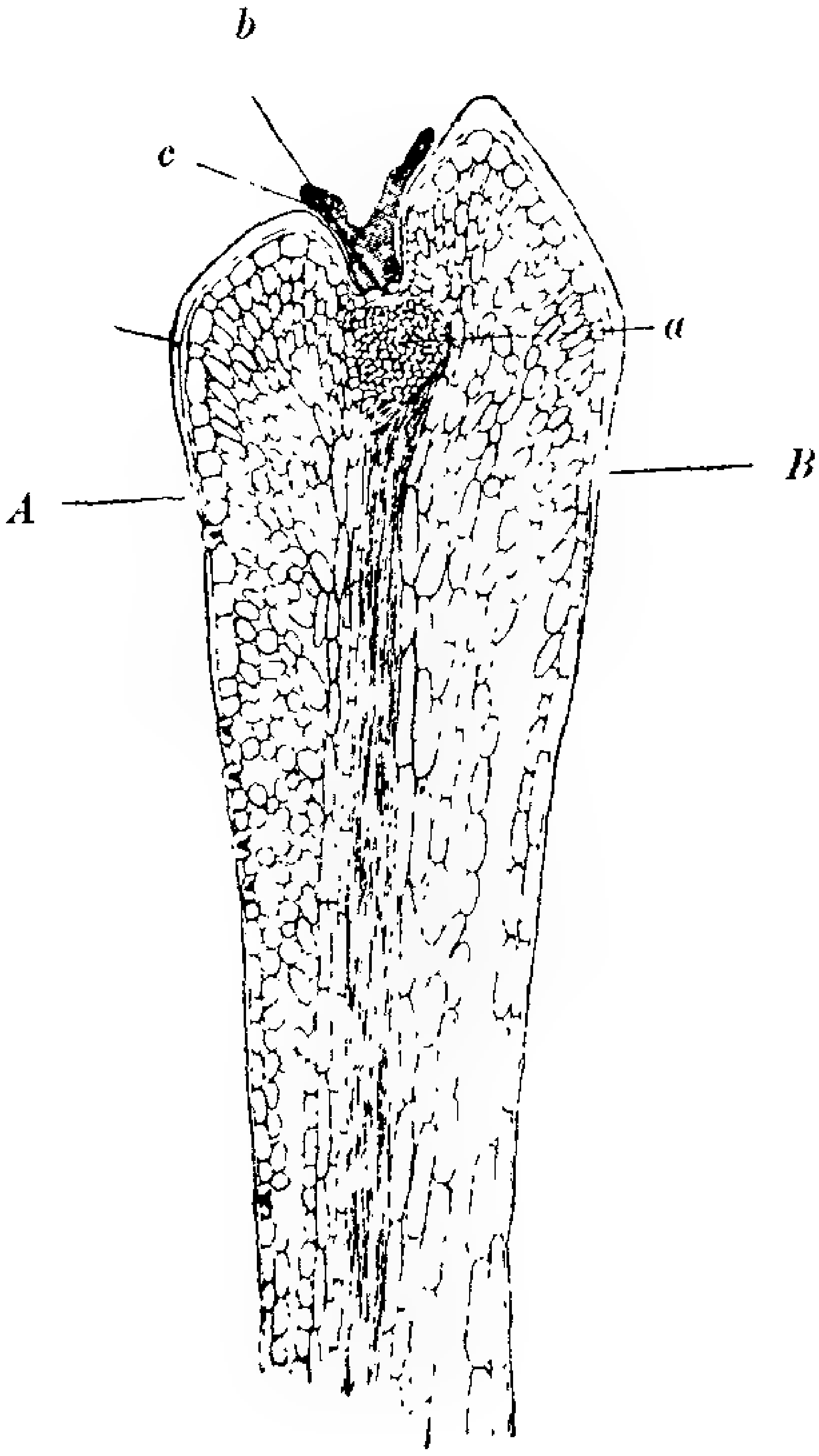


Fig. 11. Saxifraga oppositifolia. Längsschnitt durch ein ganzes Blatt. Vergr. 50. *A* morphol. Oberseite, *B* morphol. Unterseite des Blattes, *a* Epithem, *b* Wasserspalte, *c* Kalkkruste im Grübchen.

Nur die Blattspitze auf der Figur oberhalb der Linie *AB* ist frei dem Lichte und den Winden zugänglich. Es ist hier die Hauptstätte des Assimilationsparenchyms, der langgestreckten Palisadenzellen [1]), und ausserdem ist es die Stelle des Blattes, welche keine Spaltöffnungen hat und die dickste Cuticula besitzt. Unterhalb der Linie *AB* also in einer durch die folgenden Blätter bewirkten geschützten und beschatteten Lage, befinden sich die Spaltöffnungen auf beiden Blattflächen, hauptsächlich auf der oberen. (In der Figur sind sie nur auf der Oberseite gezeichnet). Die unterhalb der Linie

---

[1]) Ich gebrauche hier diesen Ausdruck, obwohl im Allgemeinen unter Palisadenzellen lange, in Reihen angeordnete, senkrecht zur Blattfläche orientirte Zellen verstanden werden.

AB befindlichen Zellen enthalten noch Chlorophyll und sind assimilationsfähig, da sie aber infolge der gedrängten Blattlage nur wenig directes Licht erhalten können, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie diejenigen Strahlen benützen, welche von oben eingefallen, die Palisadenzellen, mit an den längeren Wänden stehenden Chloroplasten passirten.

Aus Fig. 8 sieht man, dass Querschnitte keine richtige Vorstellung über den Bau des Blattes von Saxifraga oppositifolia geben können, da man dort die Anordnung des Mesophylls nicht erkennen kann. Wenn Schnitte in der obersten Partie des Blattes genau senkrecht zur Blattfläche geführt werden, so bekommt man Bilder, wo nur runde Durchschnitte der Palisadenzellen zu sehen sind; geht der Schnitt etwas schief, so werden dieselben mehr oder weniger oval. Neuerdings hat Gaston Bonnier[1]) hochalpine Exemplare von Sax. oppositifolia mit solchen aus Spitzbergen verglichen. Die von ihm abgebildeten Querschnitte Tafel 21, Fig. 16 und Fig. 17, zeigen thatsächlich erhebliche Unterschiede, welche er entsprechend auf p. 514 interpretirt.

„Le tissu en pallissade PP n'est pas du tout différencié dans les plantes du nord; il est assez marqué sur les deux faces dans les plantes alpines, et présente ordinairement des cellules très allongèes dans les parties laterales du limbe". Nun sind in Fig. 16 drei Gefässbündel im ganzen Blatte durchschnitten, in Fig. 17 dagegen sind deren in einem Bruchteil des Blattes sechs getroffen, was allein schon beweist, dass die Schnitte in verschiedenen Höhen der Blätter ausgeführt wurden (vergleiche Fig. 9 dieser Abhandlung). Ausserdem wurde der Schnitt in Fig. 16 senkrecht zur Längsachse des Blattes geführt, in Fig. 17 wahrscheinlich etwas schief, wodurch die langen Zellen, schief durchschnitten, ovale Projectionen gaben, welche als rechtwinkelig zu den Blattflächen stehende Palisadenparenchymzellen interpretirt wurden. Es ist daher nicht möglich, die Schlüsse Bonnier's über die verschiedene Struktur der von ihm untersuchten Exemplare von Sax. oppositifolia ohne Prüfung des Blattbaues auf Längsschnitten anzunehmen.

Es war interessant, zu erfahren, in welcher Weise sich bei Cultur in feuchter Luft die gegenseitige Stellung der Blätter ändern würde und ob dabei der Blattbau Veränderungen erfahren würde.

---

1) Gaston Bonnier, Les plantes arctiques comparées aux mêmes espèces des Alpes et des Pyrenées. Revue generale de Botanique 1894 p. 505.

Ein aus den Alpen stammendes Exemplar von Sax. oppositifolia wurde im April 1895 unter Glasglocke cultivirt. Dabei vermehrte sich die Luftfeuchtigkeit, die Lichtintensität wurde vermindert — zwei Factoren, die bei derartigen Experimenten schwer auseinander zu halten sind. Schon nach zwei Wochen wuchs die Pflanze rasch heran und die kurzen Internodien wurden um das vielfache verlängert. Durch Auflösung der Rosette wurden die Blätter allseitig dem Lichte zugänglich gemacht. Sie wurden schmäler und länger, behielten aber ihren früheren Typus. Fig. 12. Auch der anatomische Bau des Blattes wurde geändert. Die Palisadenzellen, welche im normalen Blatte nur auf den Blattgipfel beschränkt, und in der Längsrichtung des Blattes gerichtet sind, rückten näher zur Stielpartie heran und nahmen eine zur Oberfläche des Blattes nahezu senkrechte Stellung. Auf der Blattunterseite änderten sich die Verhältnisse nur wenig. Alle Epidermiswände und die Cuticula wurden sehr dünn.

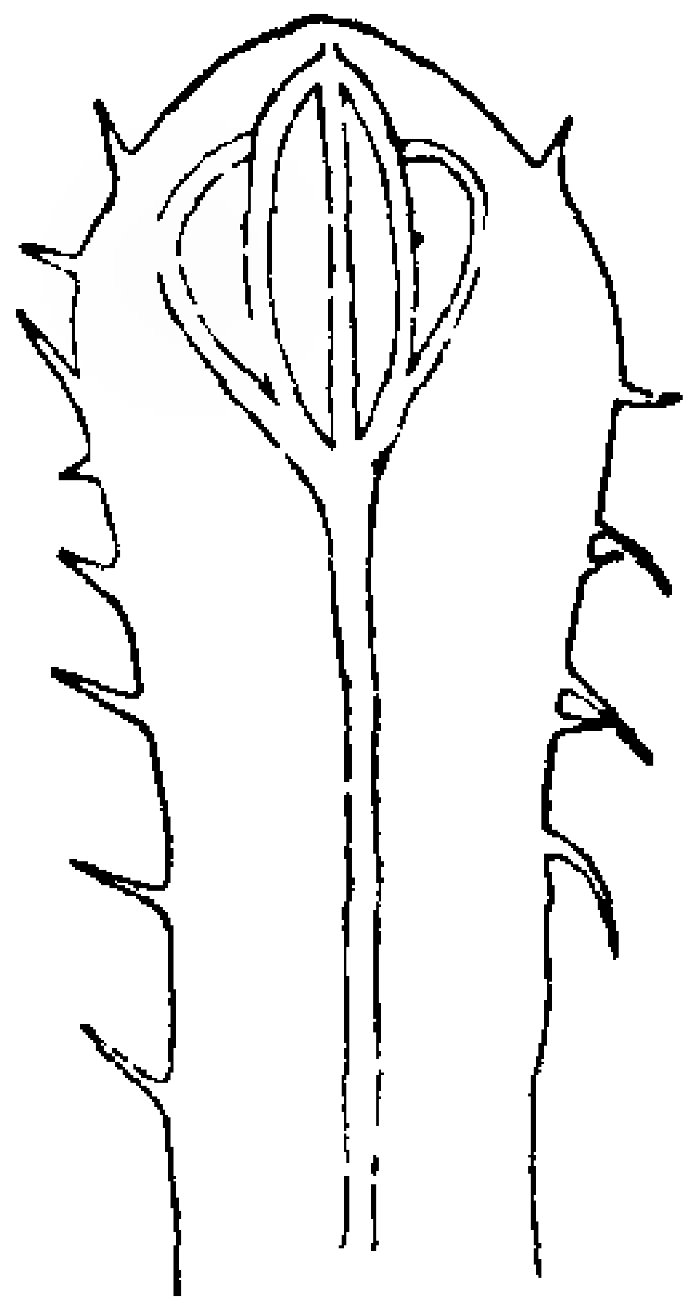


Fig. 12. Saxifr. oppositifolia. Blatt einer in feuchter Luft cultivirten Pflanze. Flächenansicht. Vergr. 14.

Ganz anolog wie bei Saxifraga opositifolia verhält sich die Stellung und der Bau der Blätter bei der kleinen Saxifraga Rudolphiana und bei den nicht gegenständige, sondern in Wirteln gestellte Blätter besitzenden Saxifragen: caryophylla und diapensoides. Die Blätter der beiden letzten Pflanzen sind auch dichtgedrängt in der Rosette und stehen aufrecht, wodurch sie in derselben Lage sich befinden, was Licht und Verdunstung anbetrifft, wie die gegenständigen von Saxifraga oppositifolia.

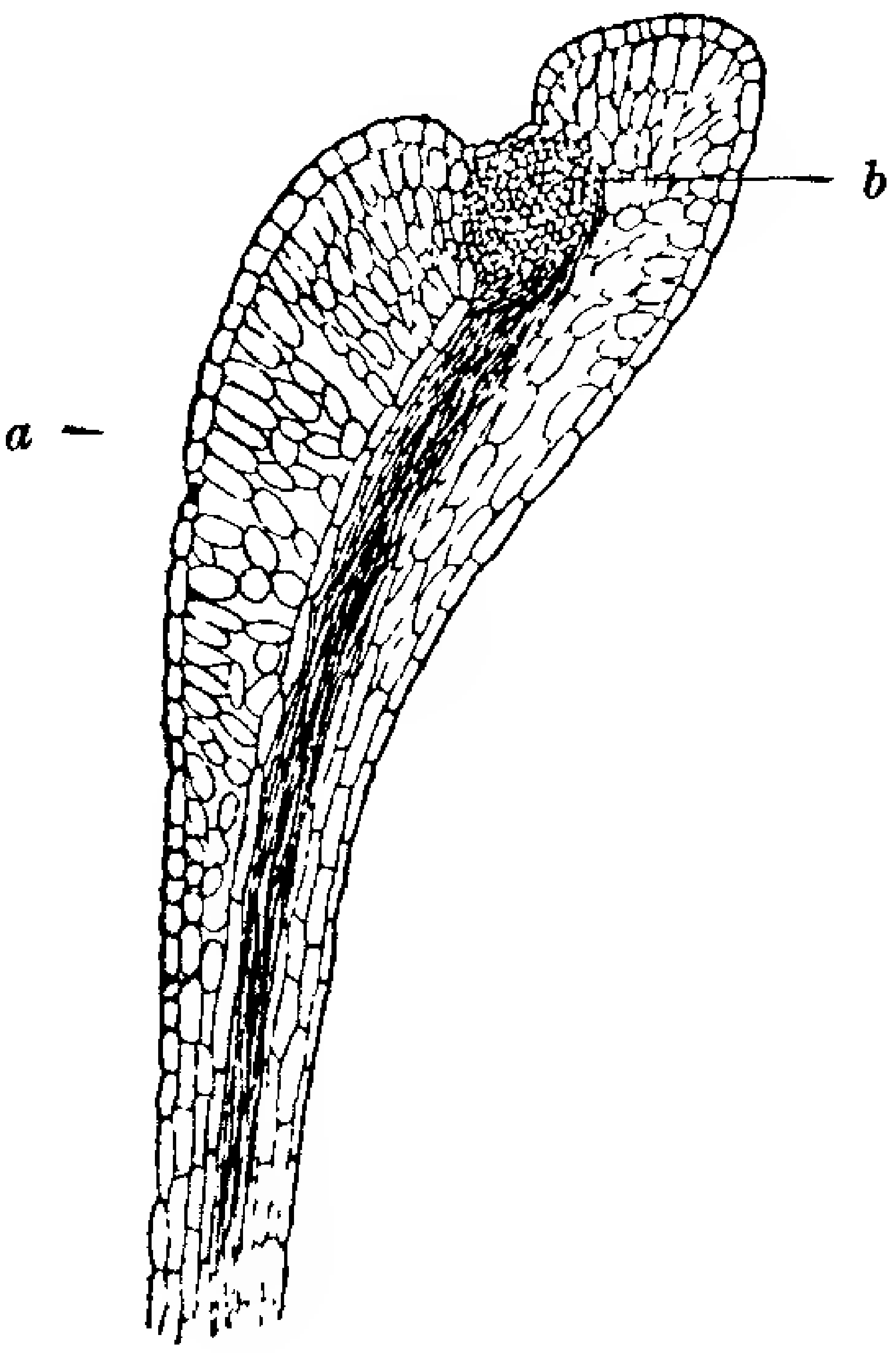


Fig. 13. Sax. oppositifolia. Längsschnitt durch ein in feuchter Luft erzogenes Blatt. *a* morphol. Oberseite, *b* Epithem. Vergr. 50.

Aber nicht bloss bei Saxifraga wird der obige Bau angetroffen.

Helophyllum Clavigerum, eine aus Neu-Seelands Alpen stammende Stylidee, weist ihn ebenfalls auf. Diese Pflanze bildet dichte Rosetten mit nahezu aufrecht stehenden nach $^3/_8$ Divergenz gestellten Blättern.

Das Blatt ist hier keulenförmig mit kuppelartig abgerundeter Spitze. Auf dem Querschnitte erscheint die Oberseite des Blattes etwas gewölbt. Sie ist mit Cuticula bedeckt, welche die grösste Dicke auf der Kuppel aufweist und nach hinten zungenförmig heruntergreift. Die aus zwei unter spitzem Winkel sich treffenden Flächen bestehende Unterseite ist dagegen schwach cuticularisirt und hat dünnwandige Epidermis. Nur auf der Unterseite befinden sich Spaltöffnungen und steigen auch ziemlich hoch auf beiden Seiten des cuticularen Vorsprunges hinauf.

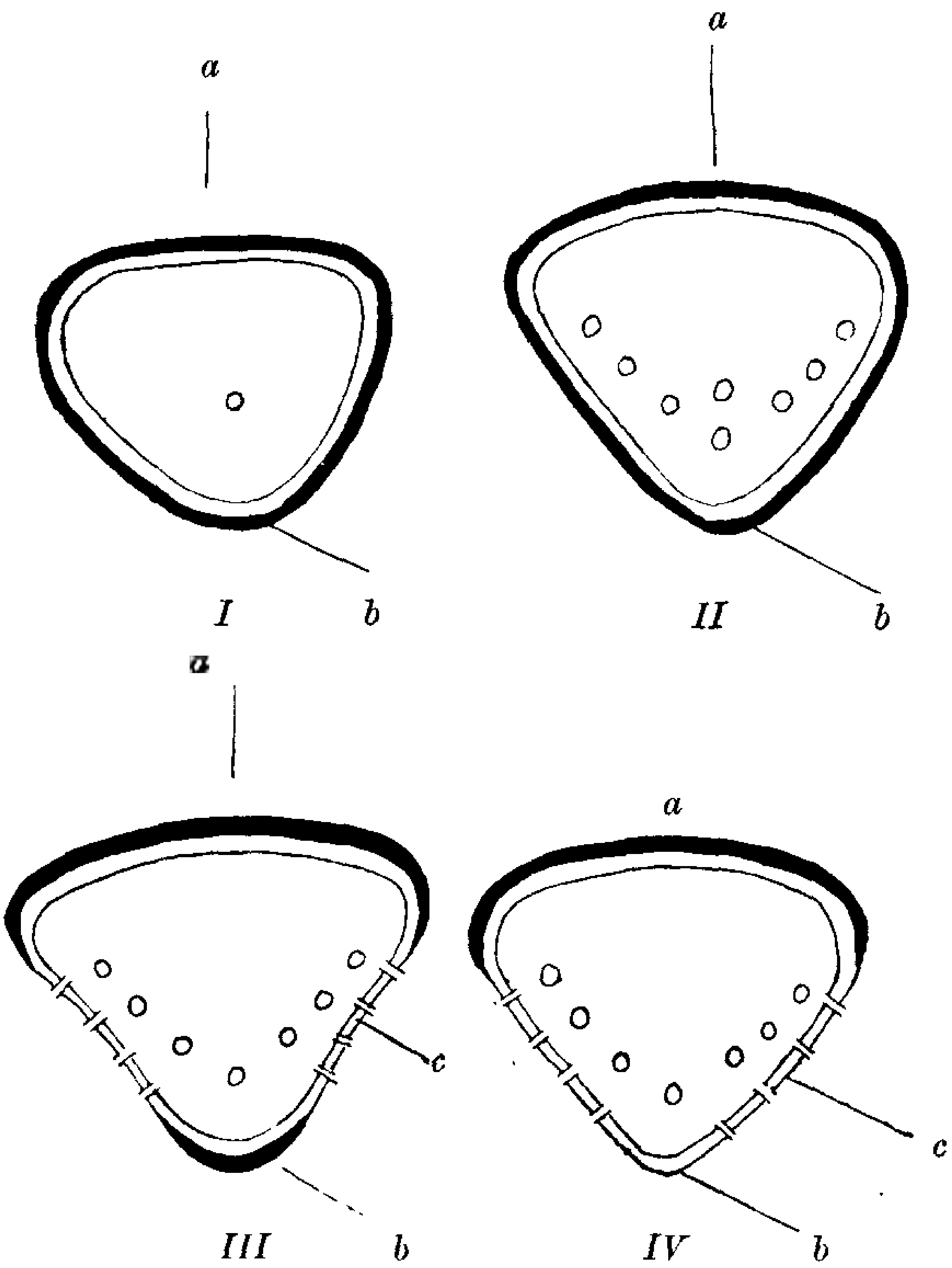


Fig. 14. Helophyllum clavigerum. Schematisch. Vergr. 10. *I* bis *IV* successive Querschnitte durch ein Blatt von oben nach unten. *a* morphol. Oberseite, *b* morphol. Unterseite des Blattes, *c* Spaltöffnungen führende Epidermis der beiden unteren Flächen. Mit starker Cuticula versehene Stellen der Epidermis sind schwarz gehalten.

In der Blattspitze ist das Palisadenparenchym stark entwickelt. Die Richtung seiner Zellen ist ebenso wie bei Sax. oppositifolia der Längsaxe des Blattes parallel. Fig. 15.

Nahe der unteren Blattfläche verlaufen parallele Gefässbündel, von welchen der mittlere bis in die Blattspitze hinaufsteigt, wo er unter der Wasserspalte zu einem athemhöhlenartigen Raume führt.

Wie bei den eben geschilderten Saxifragen tritt auch hier ein Zusammenhang der Richtung der langen Palisadenzellen mit der Orientirung und Stellung des Blattes in der Rosette deutlich hervor.

Es sind die Palisadenzellen so gerichtet, dass sie bei der, infolge gedrängter Stellung der Blätter, nur von oben zugänglichen Beleuchtung auch Eintritt von Lichtstrahlen in das Innere des dicken Blattes ermöglichen. Durch diese Einrichtung können auch im Innern des Blattes Assimilationsprocesse stattfinden, während die Spaltöffnungen in geschützten Stellen bleiben.

Abweichend von der vorigen sind die anatomischen Verhältnisse bei Saxifraga retusa. Die Blätter sind hier auch gegenständig, aber ganz anders als bei Sax. oppositifolia gestaltet, wie aus den beigefügten Figuren zu ersehen ist.

Das Blatt ist eigentlich von vier Flächen begrenzt, von welchen die obere frei dem Lichte zugänglich ist, während die übrigen an andere Blätter sich anlegen.

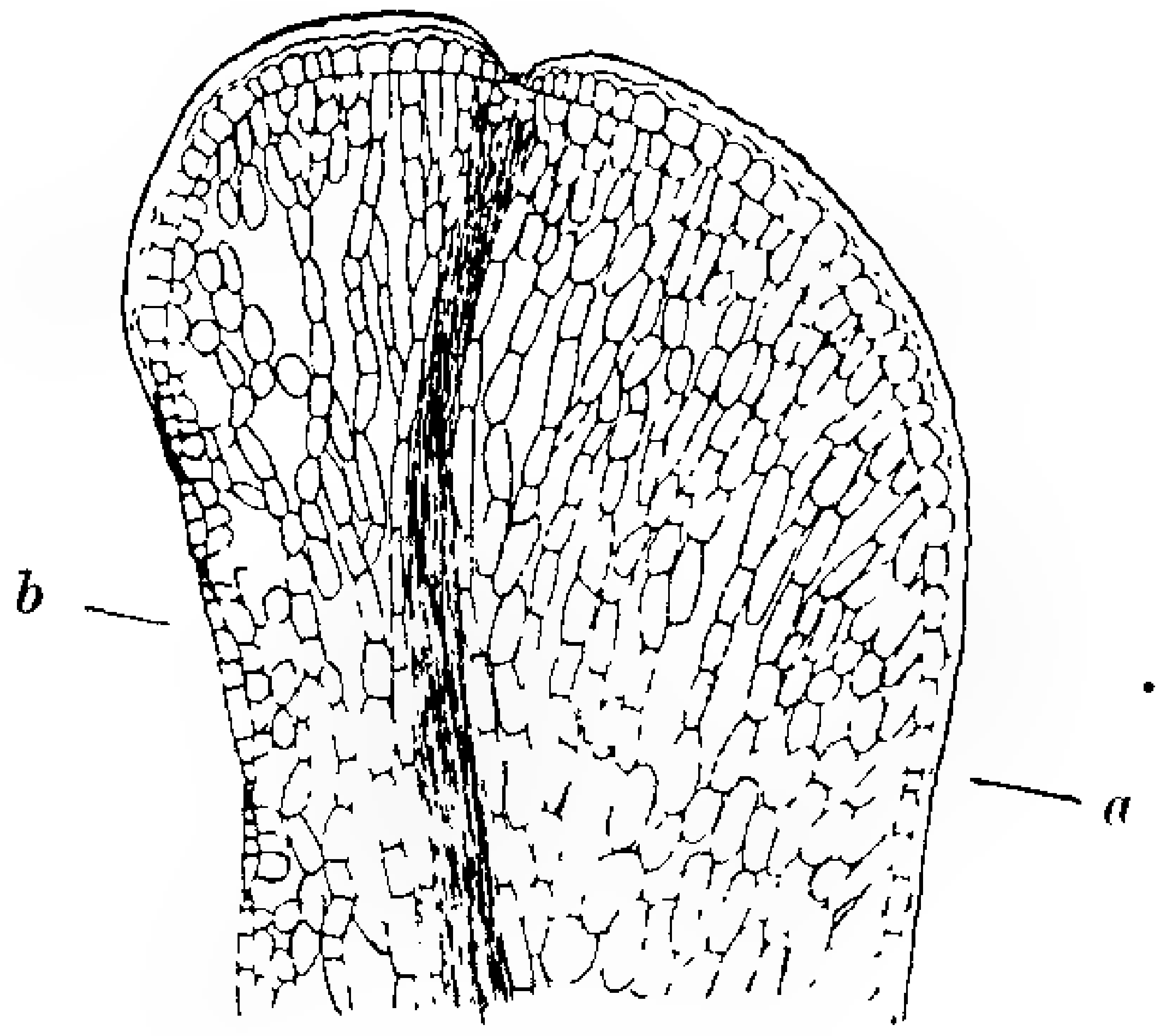


Fig. 15. Helophyllum clavigerum. Längsschnitt durch ein Blatt. *a* morphol. Blattoberseite, *b* Unterseite mit Spaltöffnungen.

Rechtwinkelig zu dieser Fläche ist ein mächtig entwickeltes Palisadenparenchym gerichtet, dessen lange Zellen fast lückenlos (Fig. 19) beieinander stehen. Die Epidermis der oberen Fläche ist dickwandig und stärker als die übrigen Flächen cuticularisirt. Spaltöffnungen fehlen hier vollständig, sie befinden sich nur auf den beiden einen Winkel bildenden unteren Flächen in geschützter Lage.

Saxifraga retusa bildet einen Uebergang von den Saxifragen mit aufrecht stehenden Blättern zu einer morphologischen Gruppe von Saxifragen, welche flach in der Rosette ausgebreitete Blätter besitzen.

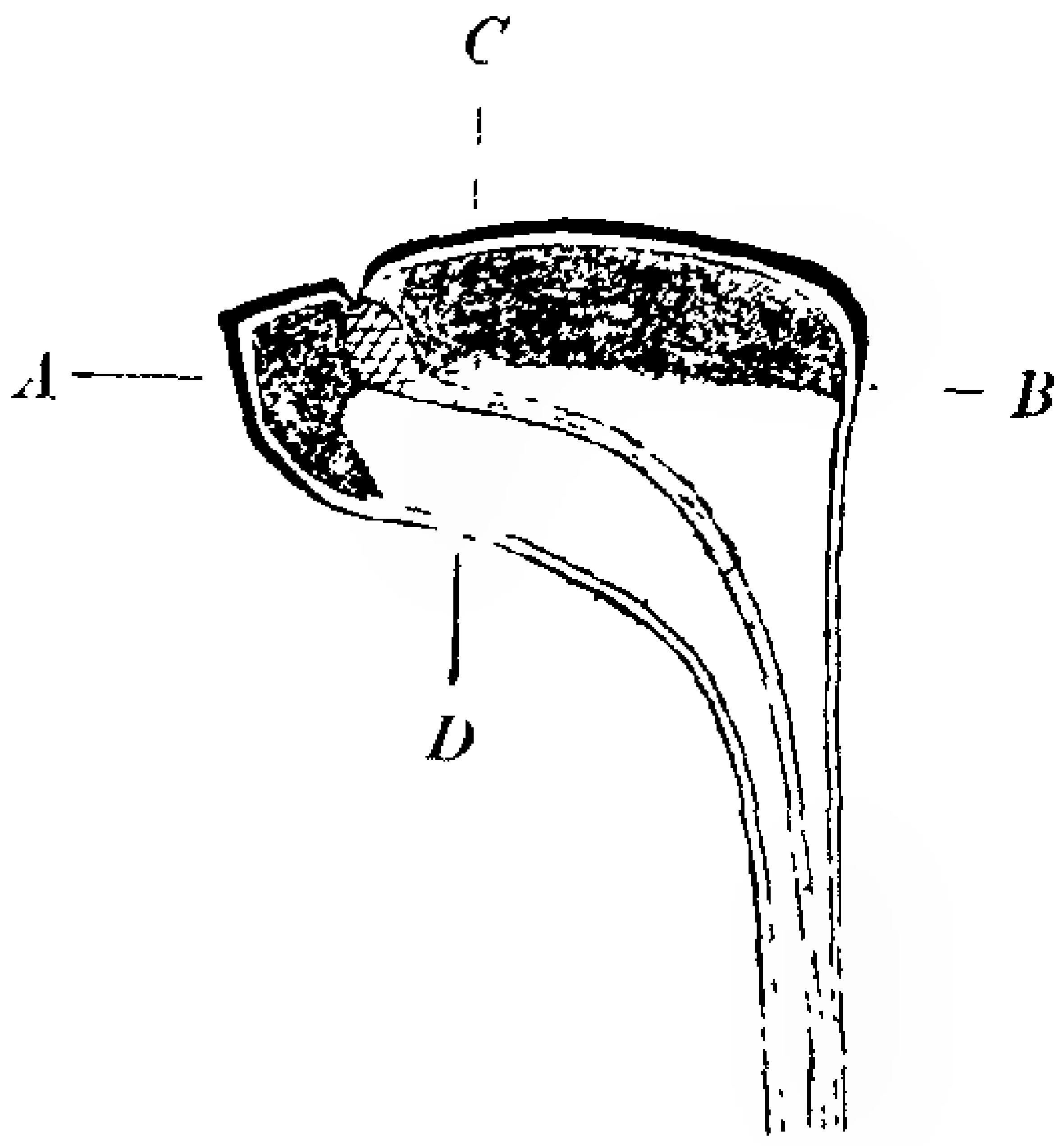


Fig. 16. Saxifraga retusa. Medianer Längschnitt durch ein Blatt. Schematisch vergr. 25. Starke Cuticula ist schwarz, Stellen des Mesophylls, wo das Palisadenparenchym ausgebildet ist, sind grau markirt.

Es gehören hierher Saxifraga caesia, S. squarrosa, S. Tyrolensis, S. cotyledon, S. longissima u. a. Als Typus dieser Gruppe kann Saxifraga caesia dienen.

Die Pflanze bildet dichte Rosetten mit flach ausgebreiten, etwas zurückgebogenen Blättern, welche ihre Oberseite dem Lichte zukehren, während die Unterseite dicht den älteren, theilweise abgestorbenen Blättern auf liegt.

Die Oberseite des Blattes besitzt eine verdickte Epidermis und und ist stark cuticularisirt. Unter der Epidermis befindet sich ein dichtes, mehrere Reihen bildendes Palisadenparenchym. Unten typisches Schwammparenchym. Spaltöffnungen sind nur unten; oben Wasserspalten über dem Epithem.

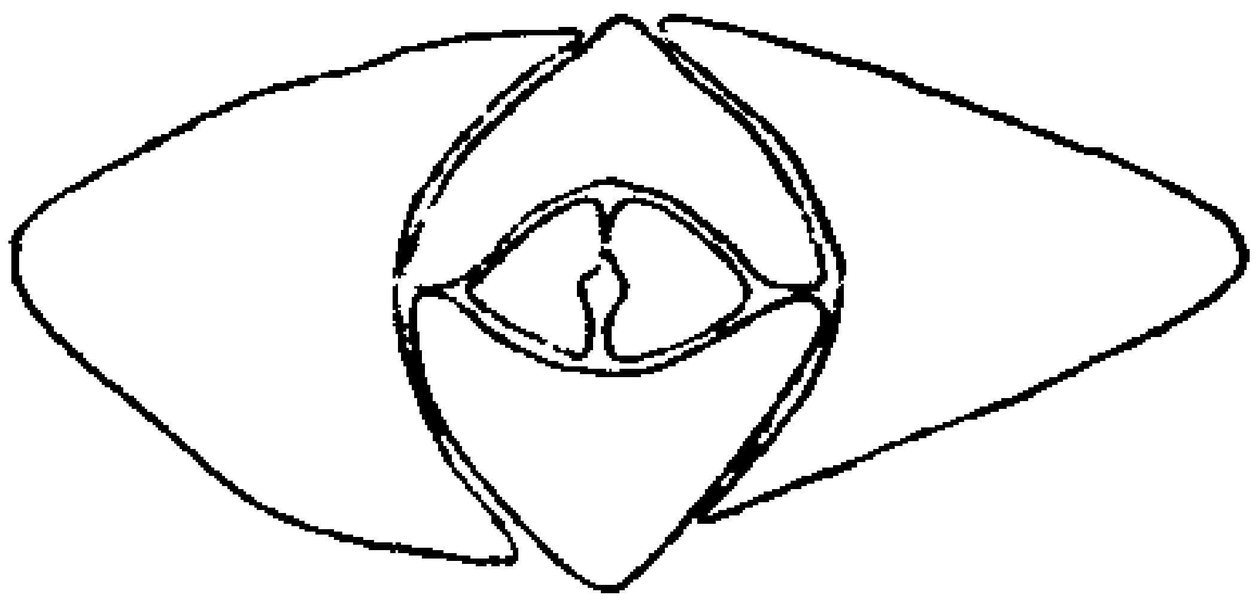


Fig. 17. Saxifraga retusa. Querschnitt durch eine Rosette nach der Linie *AB* der Fig. 13. Vergr. 14.

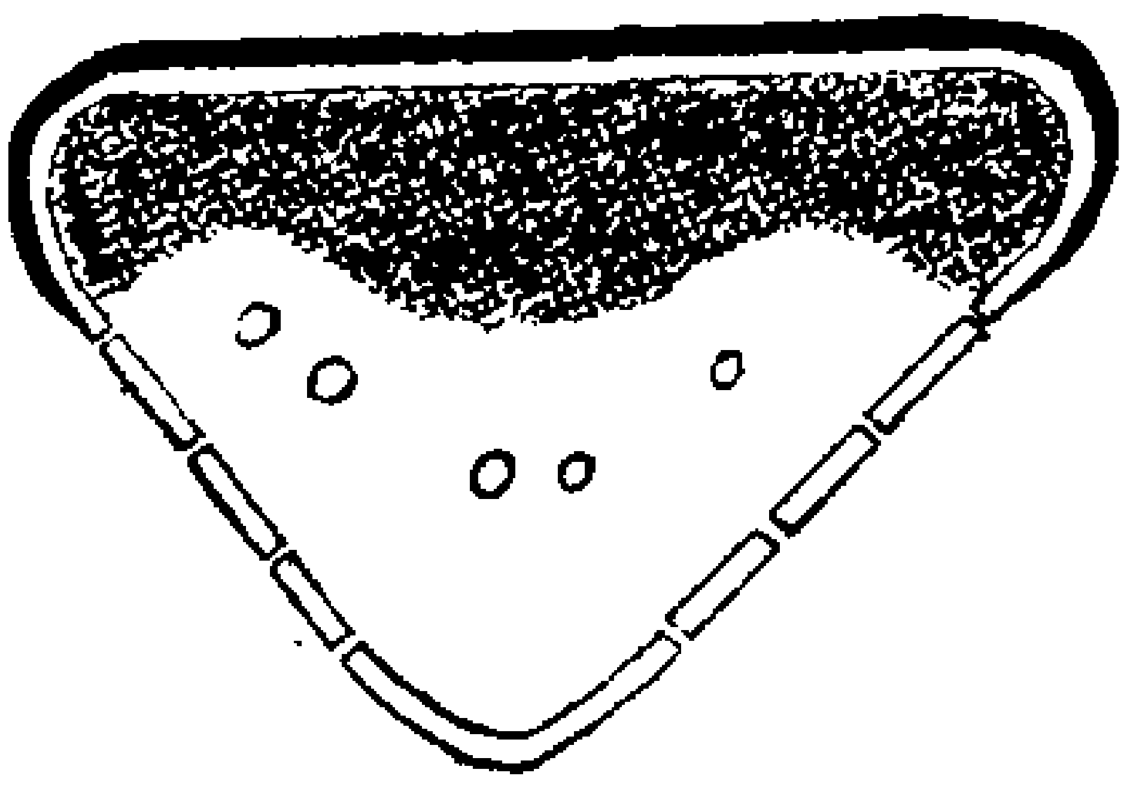


Fig. 18. Sax. retusa. Querschnitt durch ein Blatt nach der Linie *CD* der Fig. 13. Vergr. 28.

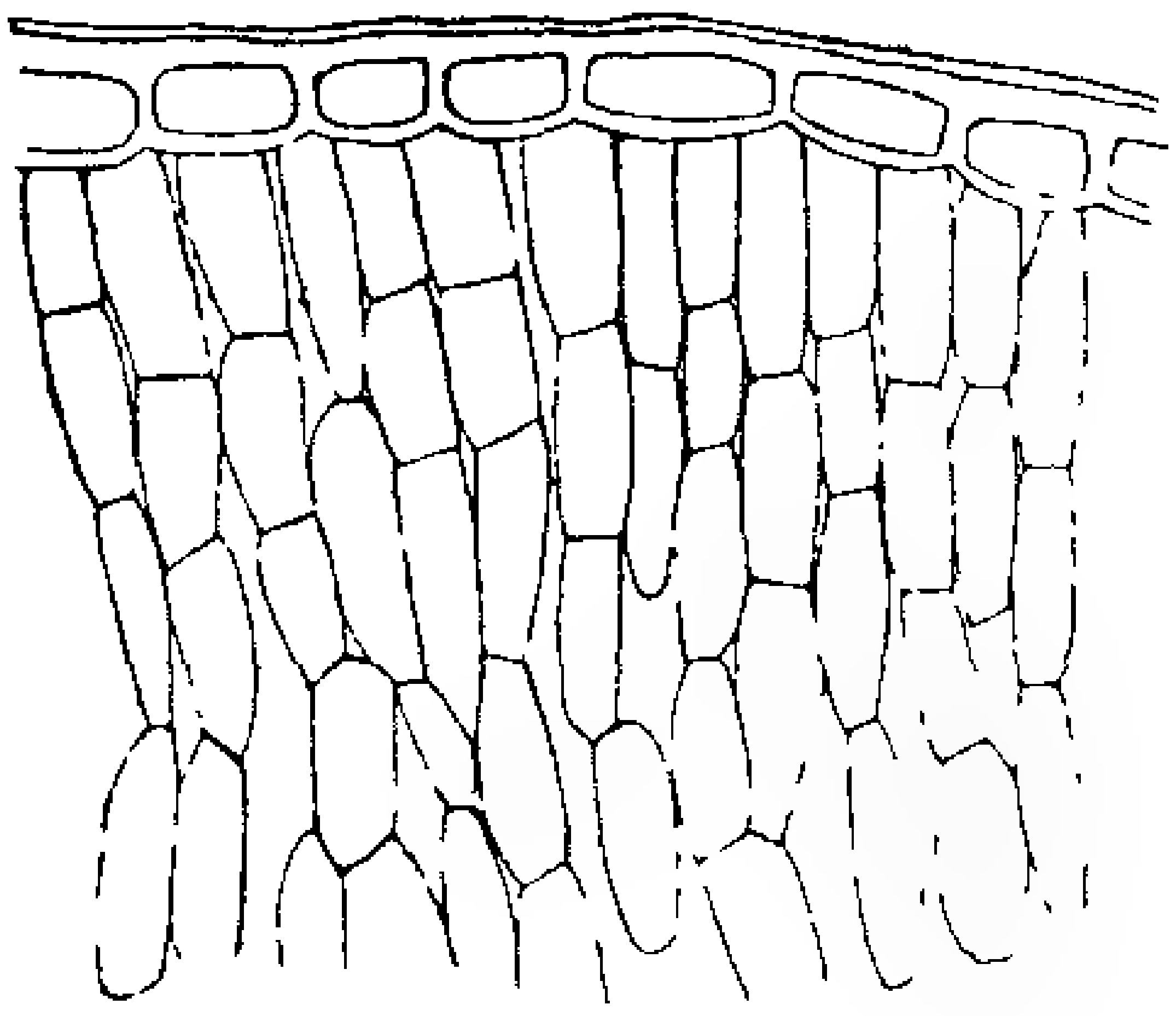


Fig. 19. Sax. retusa. Querschnitt. Vergr. 150.

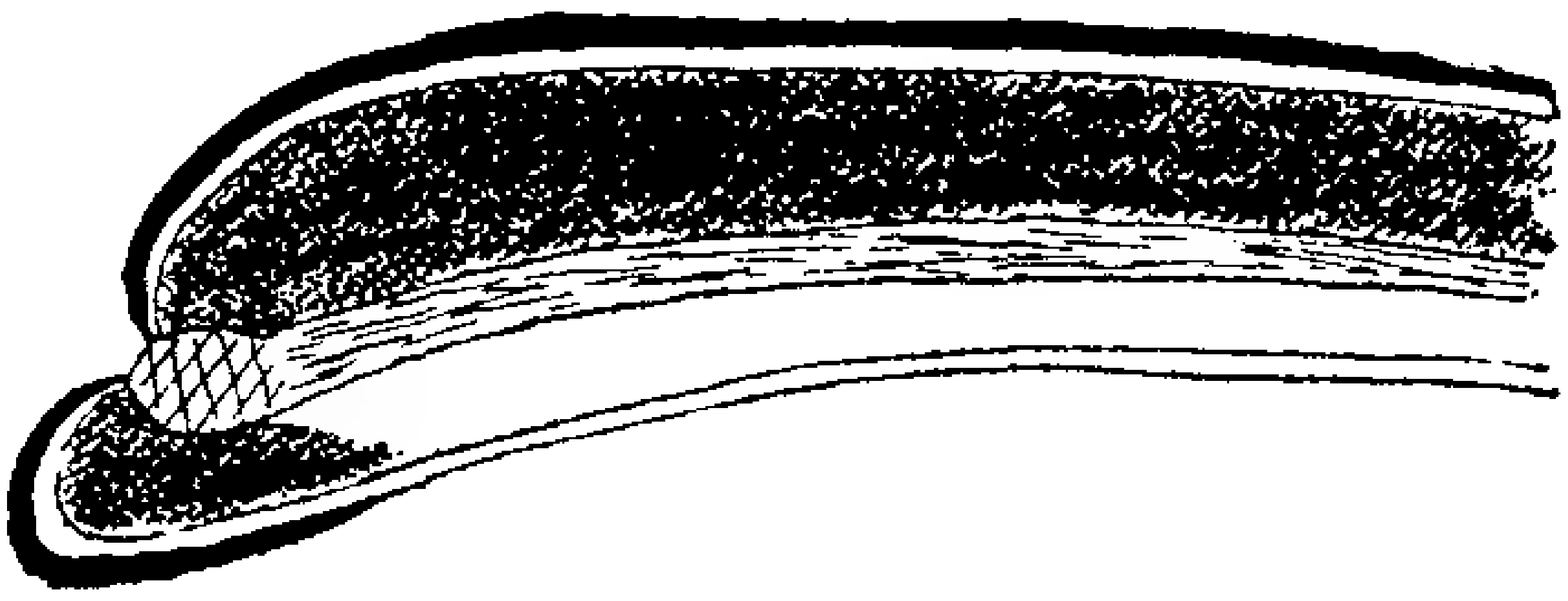


Fig. 20. Sax. caesia. Längschnitt durch ein Blatt. Schem. vergr. 28. Theile des Mesophylls, wo Palisadenparenchym sich befindet, sind grau gehalten.

Hier haben wir also den normalen Bau flach ausgebreiteter Sonnenblätter vor uns.

Saxifraga Burseriana bildet eine von den vorigen Saxifragen abweichende Rosette.

Die Blätter sind schmal, linearlanzettlich; sie stehen aufrecht und sind nach innen etwas zurückgebogen, wodurch die Form der Rosette einem Elipsoid ähnlich wird.

Auf dem Längsschnitte sieht man (Fig. 21) auf der morphologischen Unter- resp. Aussenseite des Blattes eine Reihe langer Palisadenzellen, welche jedoch nicht senkrecht zur Blattfläche orientirt sind, sondern eine stark nach unten geneigte Stellung haben. Auf der Unterseite fehlen Spaltöffnungen; reichlich sind sie auf der oberen, besser geschützten Blattseite vorhanden, wo auch das Mesophyll viel lockerer gebaut ist. Aehnlich verhält sich der Blattbau bei der kleinen Saxifraga bryoides. Noch stärker ausgesprochen ist diese eigenthümliche schräge Stellung der Palisadenparenchymzellen bei anderen, sitzende, linearlanzettliche Blätter besitzenden Saxifragen, deren Rosetten, obwohl denen von Sax. Burseriana ähnlich, doch insofern von diesen abweichen, dass sie nahezu eine Halbkugel bilden, worin die Blätter die Richtung der Radien einnehmen, so dass alle Blätter der Rosette in denselben Licht- und Verdunstungsverhältnissen sich befinden und ausserdem beide Blattflächen den genannten Factoren in gleicher Weise zugänglich sind.

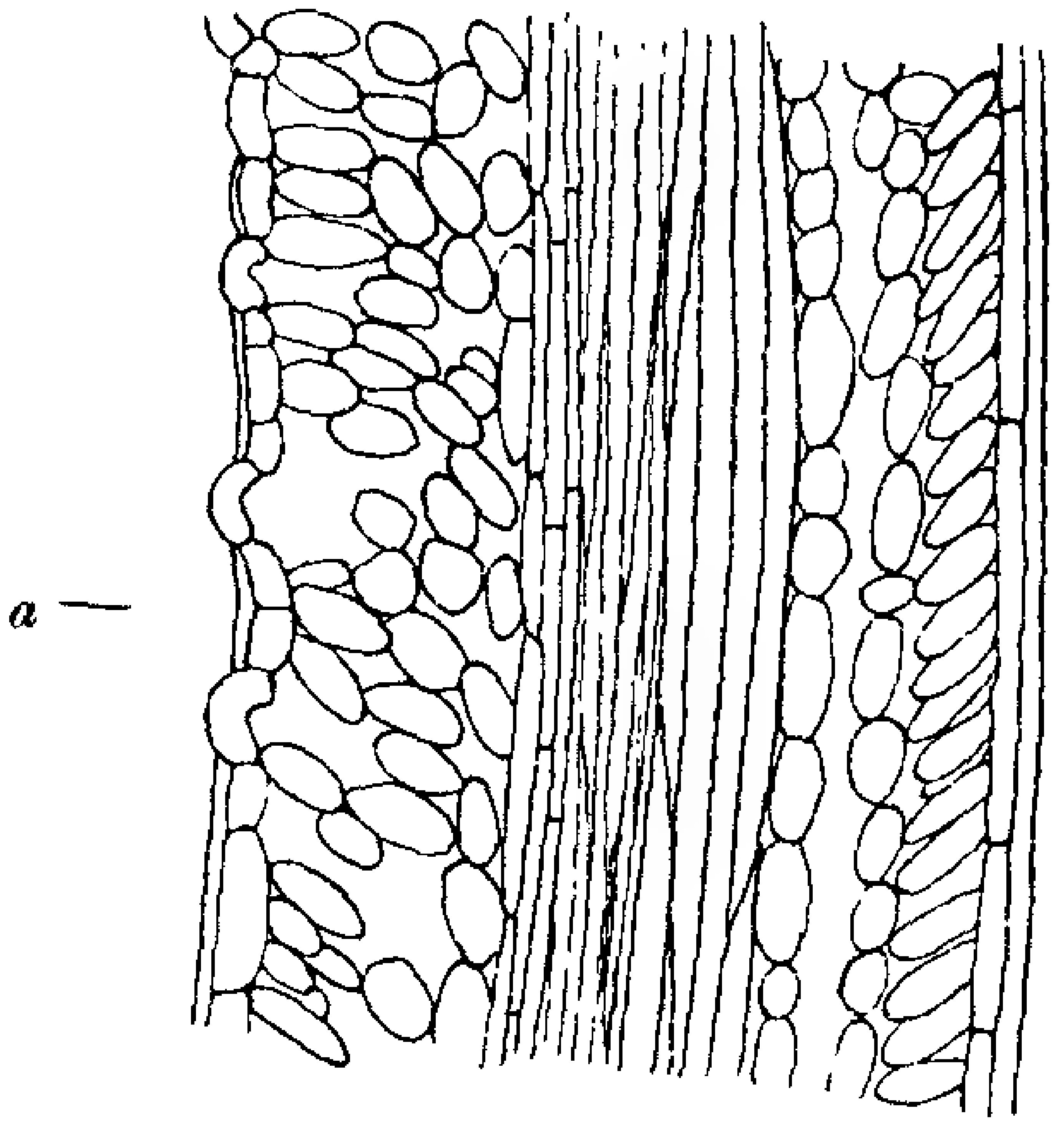


Fig. 21. Sax. Burseriana. Stück eines Längschnittes durch ein Blatt. *a* Morphol. Oberseite. Vergr. 100.

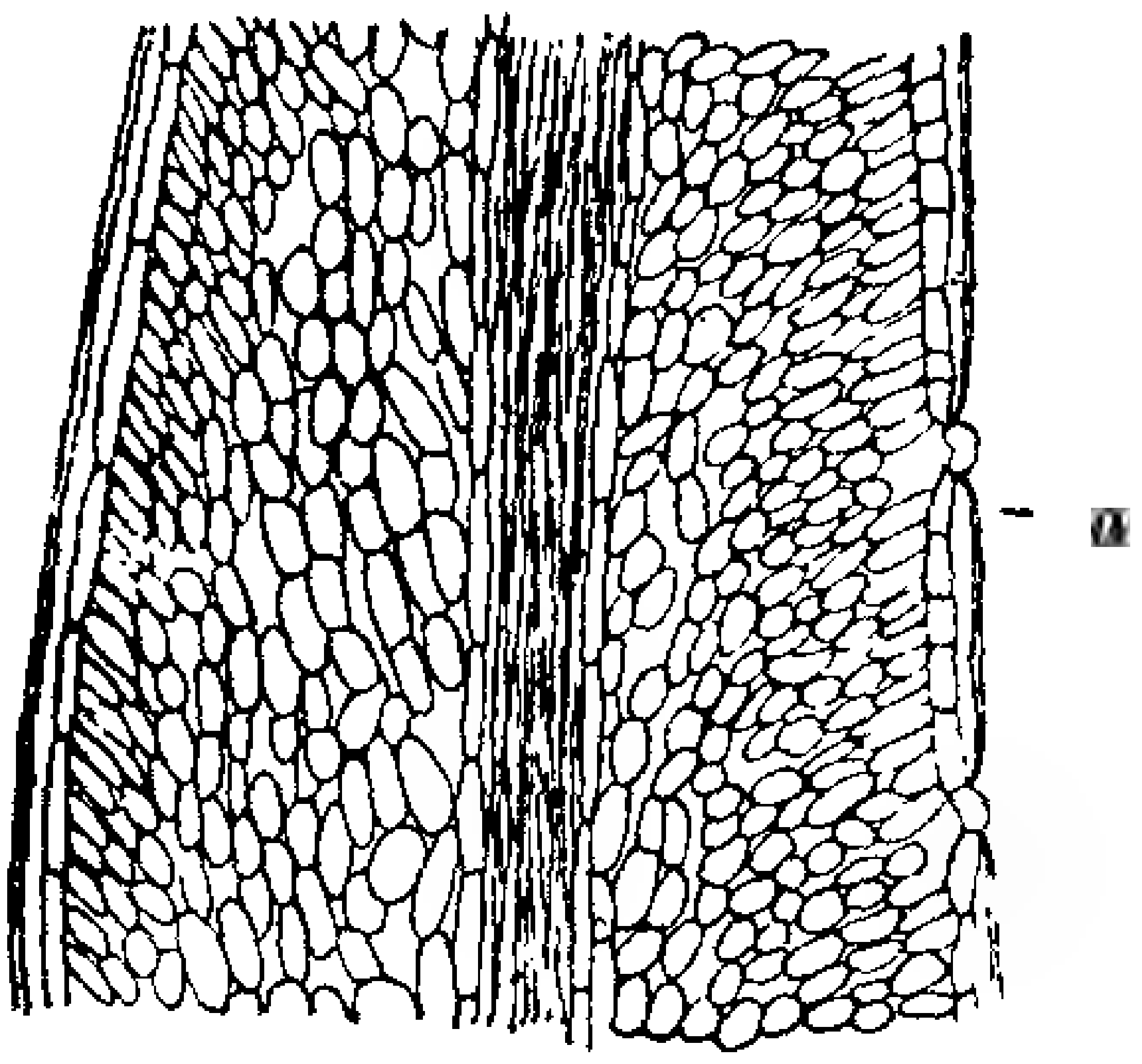


Fig. 22. Sax. pseudosancta. Längschnitt durch ein Blatt. *a* morph. Oberseite. Vergr. 75.

Es wären hier zu nennen die Saxifraga juniperoides (Caucasus) und S. pseudosancta (Balkan), wo die schräge Stellung der Palisadenzellen und die Anordnung der anderen Mesophyllzellen in demselben Sinne sehr deutlich zu sehen ist. Fig. 22. Diesem Blattbau werden wir noch bei verschiedenen anderen rosettenbildenden Pflanzen begegnen und ihn dort näher erläutern.

Die bis jetzt besprochenen alpinen Saxifragen nehmen im Gebirge im Allgemeinen trockene Standorte ein, auf Felsen in sonniger Lage. Dem Standorte entspricht auch der entschieden xerophile Bau dieser Pflanzen. Ihre Blätter sind klein und in Rosetten gedrängt. Die exponirten Stellen der Blätter haben starken epidermalen Schutz, die Spaltöffnungen befinden sich in geschützter Lage und zwar sind sie nicht an eine bestimmte Blattfläche gebunden, sondern verschieden, je nach der Blattform und Blattlage, doch immer in den durch die Stellung der Blätter in der Rosette gebildeten windstillen Räumen gestellt. Das Palisadenparenchym ist stark entwickelt und in die am besten beleuchteten Stellen des Blattes versetzt. Die Richtung seiner Zellen ist von der Richtung der Blätter abhängig, wie in einzelnen Fällen gezeigt wurde.

In weniger exponirter Lage, an geschützten und feuchten Stellen, wachsen andere Saxifragen mit zarteren Blättern. Ihre Rosetten sind lose, die gestielten Blätter ausgebreitet und frei; die Blattspreite ist ziemlich gross und breit, häufig auch geteilt.

Ich rechne hierzu die Saxifragen: moschata, muscoides, furcata decipiens, exarata, ceratophylla, elongata, welche nicht nur in den Alpen, sondern auch in anderen europäischen Gebirgen zu Hause sind. Der Bau ihrer Blätter ist dorsiventral. Auf der Oberseite Palisadenparenchym, welches jedoch nicht mehr stark ausgebildet ist und bei S. moschata z. B. kaum mehr zu unterscheiden ist. Auf der Unterseite typisches Schwammparenchym. Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten verteilt, bei einigen Formen unten überwiegend, doch bei S. moschata fast ausschliesslich auf der Blattoberseite vorhanden. Auf feuchten Stellen der Alpen in niedrigeren Höhen, manchmal aber auch über 2000 m hinaufsteigend, findet man die Saxifraga stellaris. Sie wird nicht selten auch im Wasser wurzelnd angetroffen.

Der Stengel ist saftig und zart und besitzt eine äussserst schwach cuticularisirte Epidermis. Die Internodien sind lang, die Blätter sind langgestielt und haben eine grosse Spreite. Auf der Blattoberseite befindet sich ein 2—3schichtiges Palisadenparenchym; auf der Unterseite ein mit grossen Intercellularräumen aus sternförmigen Zellen bestehendes Schwammparenchym. Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten vertheilt, hauptsächlich aber auf der Oberseite, was wahrscheinlich mit der Lebensweise auf sehr feuchten Stellen und über Wasser zusammenhängt. Der epidermale Schutz der beiden Blattflächen ist sehr schwach.

Einer sehr interessanten Pflanze begegnen wir in der behaarten Saxifraga arachnoidea. Sie ist sehr selten in Südtyrol und wurde von mir im Val Ampola gefunden, wo auch nach Hausmann's Flora von Tyrol ihr einziger Fundort sein soll. Bis jetzt kann sie in botanischen Gärten nicht cultivirt werden, da die natürlichen Verhältnisse, in denen sie lebt, schwer nachzuahmen sind. In Val Ampola wächst sie in ganz speciellen Bedingungen, an trockenen

Kalkwänden, über welche ein Wasserschleier herunterfällt, ohne den Felsen selbst zu benetzen.

Die Pflanze lebt also in feuchter Luft, wurzelt aber in verhältnissmässig trockenem Boden und bekommt nur diffuses Sonnenlicht.

Ihr Name arachnoidea ist insofern gut gewählt, als sie, indem sie Felsenecken ausfüllt, sehr an ein Spinnennetz mit angefangenen Blättern erinnert.

Die umgekehrt eiförmigen, 3—5lappigen Blätter sind lang gestielt und sitzen an einem gewundenen zarten Stengel.

Die Spreite ist mit langen Haaren bedeckt, welche sich bei der Untersuchung als an langen, vielzelligen Stielen sitzende mehrzellige Drüsen erweisen, welche eine klebrige Substanz ausscheiden.

Fig. 23 stellt einen Querschnitt des zarten Blattes dar. Auf der Oberseite befindet sich eine Schicht länglicher Zellen, gleich darauf loses Schwammparenchym. Die grosszellige Epidermis beider Flächen ist dünnwandig und besitzt eine kaum zu unterscheidende Cuticula. Die Spaltöffnungen befinden sich auf beiden Seiten und sind auffallend klein.

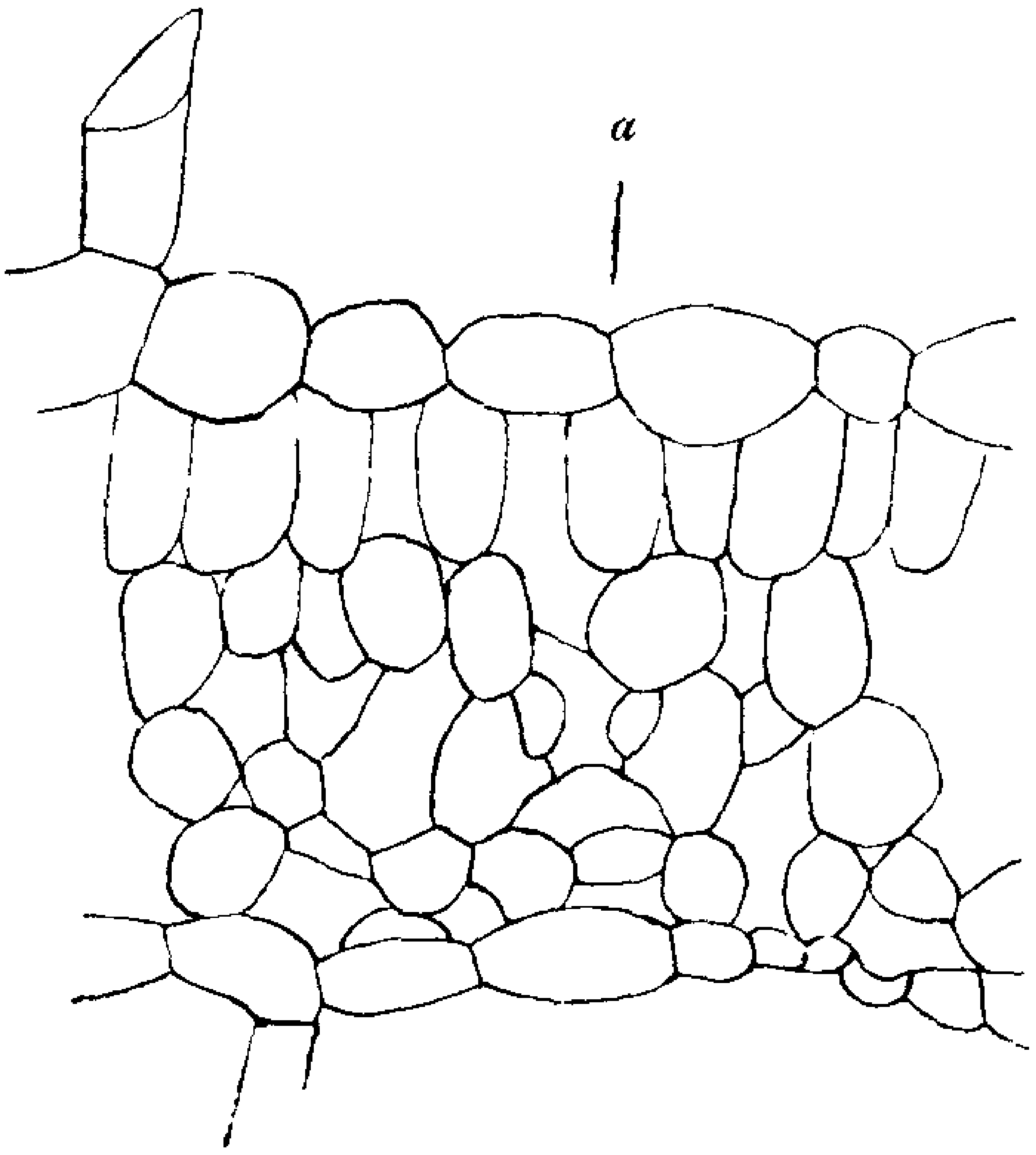


Fig. 23. **Saxifraga arachnoidea. Querschnitt durch ein Blatt.** *a* **Oberseite. Vergr. 150.**

Die Wasserbewegung in dieser Pflanze muss eine sehr schwache sein, wie schon aus ihrer Lebensweise (feuchte Luft, trockener Boden) hervorgeht und wie die äussert schmalen Gefässe im Blatte und im Stengel zeigen.

Aus der Uebersicht der hier dargestellten Saxifragen kann man ersehen, wie die verschiedenen alpinen Arten der einen Gattung Saxifraga, selbst die auf ungefähr denselben Höhen vorkommenden, was den Bau der Assimilationsorgane und Schutz gegen Transpiration anbetrifft, von einander abweichen.

Die an trockenen, sonnigen Stellen vorkommenden Arten haben kleine, sitzende, in Rosetten dicht gedrängte Blätter, welche an den am meisten exponirten Stellen cuticularen Schutz besitzen und an geschützten Stellen des Blattes vertheilte Spaltöffnungen haben. Diejenigen Arten, welche an feuchteren Stellen vorkommen, haben grössere, meist gestielte, häufig mit getheilten Spreiten, lose in Rosetten gestellte oder flach ausgebreitete Blätter, welche keinen oder nur sehr geringen Schutz gegen Transpiration aufweisen.

Oft zeigen sie auch Anpassungen an das Leben auf feuchtem Boden, wie die Vertheilung der Spaltöffnungen an der Oberseite der flach ausgebreiteten Blätter bei einigen Arten zeigt.

Blattbau der Rosettenpflanzen.

Bei den rosettenbildenden Saxifragen haben wir gesehen, wie mit einer bestimmten Blattstellung in der Rosette und mit der Blattgestalt auch ein entsprechender Bau des Mesophylls zusammenhing. Aehnliches ist auch bei den rosettenbildenden Angehörigen anderer Familien zu finden.

Die in der alpinen Region so häufige, grosse Polster bildende Silene acaulis breitet ihre dichtgedrängten, gegenständigen Blätter in der Weise aus, dass sie der Oberfläche des Polsters dicht anliegen und ihre Oberseite dem Lichte frei darbieten.

Es wird dieses durch eine Zurückbiegung des Blattes erzielt, wie ein Längsschnitt durch ein Blattpaar zeigt. Fig. 24.

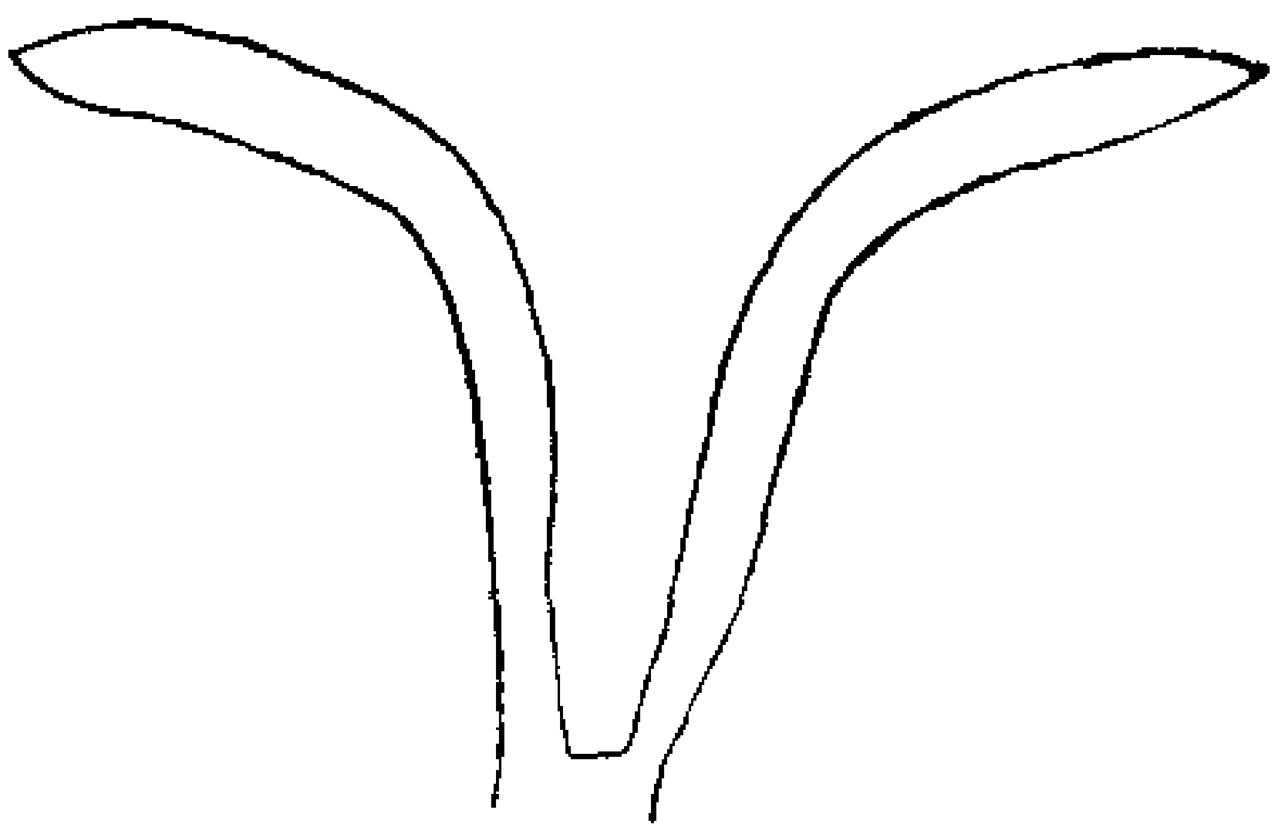


Fig. 24. Schem. Vergr. 14.

Nur die obersten Blätter der Rosette sind grün, während die übrigen allmählich absterben und am Stämmchen sitzen bleibend das Polster zu Stande bringen. Dieses wirkt wasserfesthaltend wie ein Schwamm. Viele aus den Axen auswachsende, adventive Würzelchen durchziehen es, wodurch die Pflanze ausser der tief in die Erde gehenden Hauptwurzel, einen zweiten Weg der Wasseraufnahme besitzt. Der flach ausgebreitete Blatttheil ist dorsiventral gebaut. Oben 2—3 Reihen Palisadenzellen, welche senkrecht zur Blattfläche stehen; unten typisches Schwammparenchym. Die Spaltöffnungen sind oben überwiegend.

Cherleria sedoides bildet ebenfalls grosse Polster, welche schon äusserlich von denen der Silene acaulis dadurch zu unterscheiden sind, dass die Blätter schmäler sind, kürzer und nicht zurückgebogen und flach ausgebreitet, sondern in der Rosette unter spitzem Winkel zur Axe stehen.

Anatomisch ist das Blatt demjenigen von S. acaulis ähnlich, aber es sind die Palisadenzellen nicht senkrecht zur Blattfläche gestellt, sondern etwas schief nach unten zu gerichtet. Fig. 25. Ganz so wie bei Cherleria sedoides verhält sich die Stellung der Blätter und ihr Bau bei den himalayischen polsterbildenden Thylacospermum-Arten.

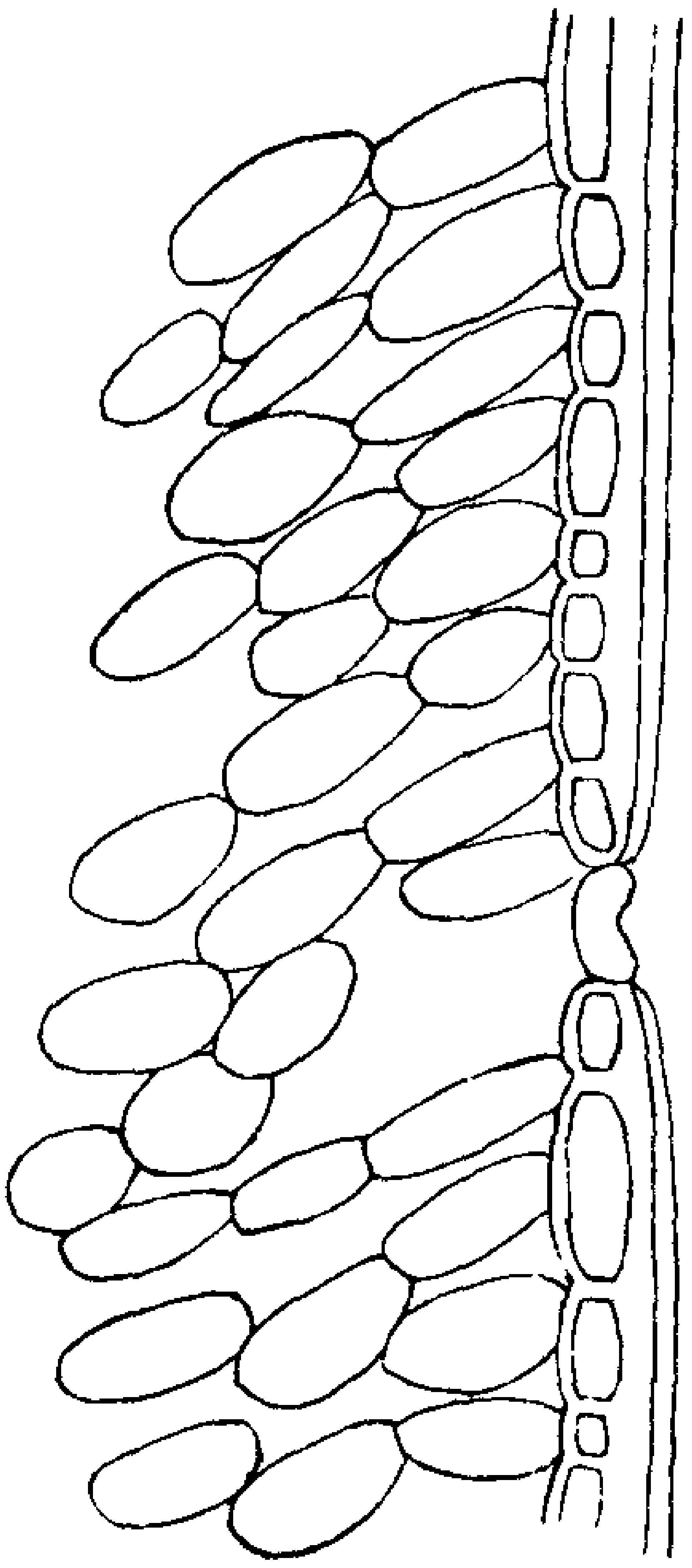


Fig. 25. Cherleria sedoides. Stück der Oberseite des Blattes im Längsschnitte. Vergr. 300.

Auf höchsten Standorten der Alpen findet man in Felsenritzen die behaarte Androsace helvetica, deren Polster häufig die Form des Ritzenraumes einnehmen.

Ihre Zweige sind stark aneinander gepresst, wodurch die nach $^{5}/_{13}$ Divergenz in Rosetten dicht gedrängten Blätter sich nicht ausbreiten können und eine der Achse nahezu parallele Stellung einnehmen. Der Bau des Blattes ist am besten aus einem Längsschnitte erkennbar. Fig. 26.

Dasselbe zeigt beiderseits langgestreckte Parenchymzellen, welche stark nach unten geneigt sind. In der mit einer sehr starken Cuticula geschützten Blattspitze sind sie noch stärker in der Richtung des Blattes geneigt. Fig. 27. Spaltöffnungen sind an beiden Blattflächen vorhanden und durch die Stellung der Blätter in der Rosette, wodurch windstille Räume entstehen, geschützt. Die Transpiration wird noch durch die Behaarung der Blätter vermindert.

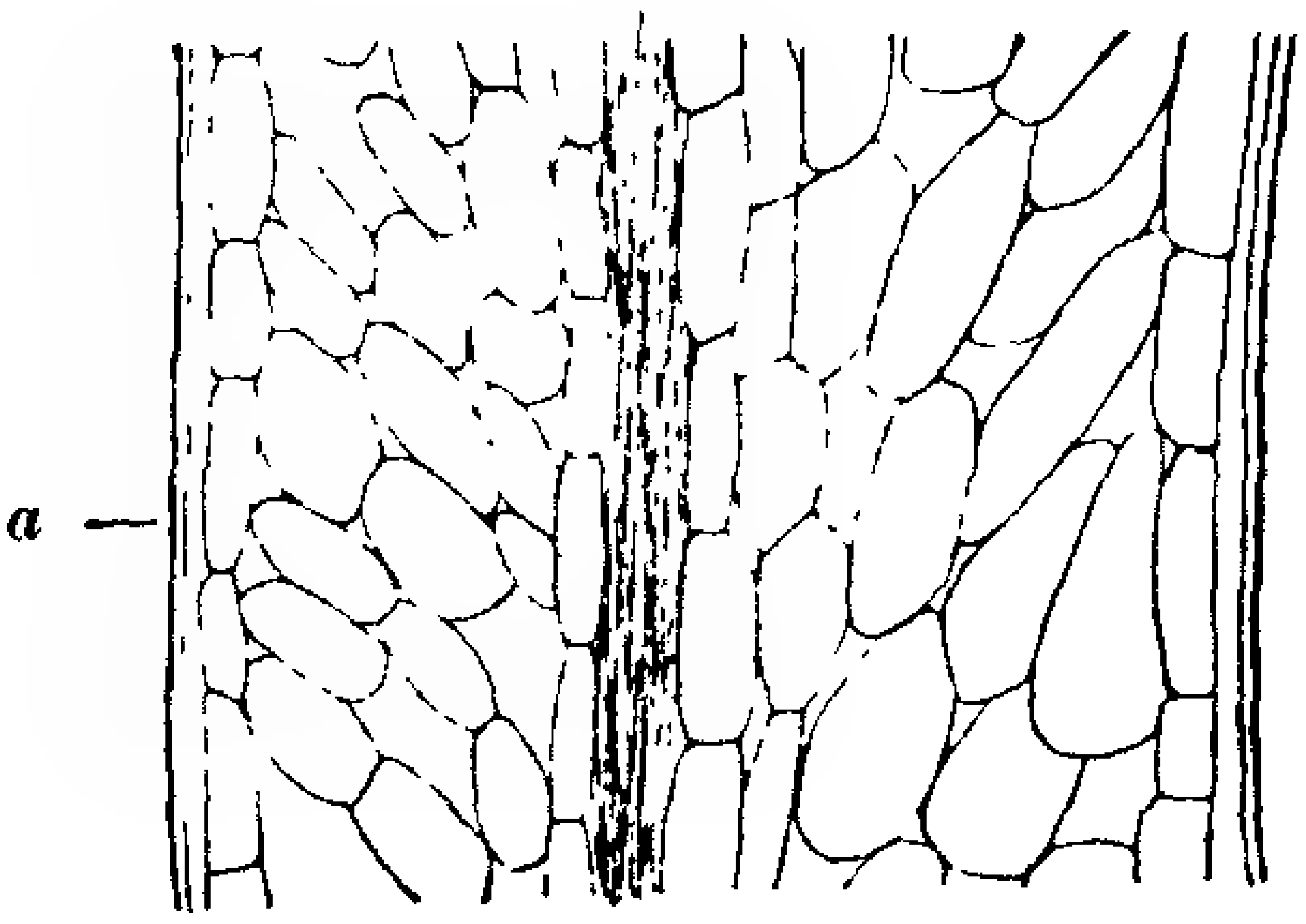


Fig. 26. Androsace helvetica. Längsschnitt durch ein Blatt. *a* morphol. Oberseite. Vergr. 150.

Die schon früher bei Saxifraga pseudosancta geschilderte Rosettenform, wobei die linearlanzettlichen, meistens nach hohen Ordnungen gestellten Blätter, strahlenförmig ausgebreitet sind, kommt bei einer ganzen Anzahl von Rosettenpflanzen vor.

Es wären hier zu nennen von europäisch-alpinen Pflanzen: Aretia vitaliana, Androsace villosa, Andr. Hausmani, Draba aizoon, Dr. Johannis, Dr. tomentosa, ferner die himalayische Androsace sarmentosa; die Neu-Zeelandischen

Forstera tenella, Helophyllum Collensoi; die antarctische Phyllachne uliginosa.

Bei allen diesen Pflanzen ist eine geneigte Stellung des Palisadenparenchyms gefunden worden, meistens auf beiden Blattflächen, während bei Draba aizoon nur oberseits geneigte Palisaden zu sehen sind. Spaltöffnungen sind auf beide Blattflächen vertheilt. Von ihrem Schutze gilt dasselbe, was bei anderen Fällen mehrmals wiederholt wurde.

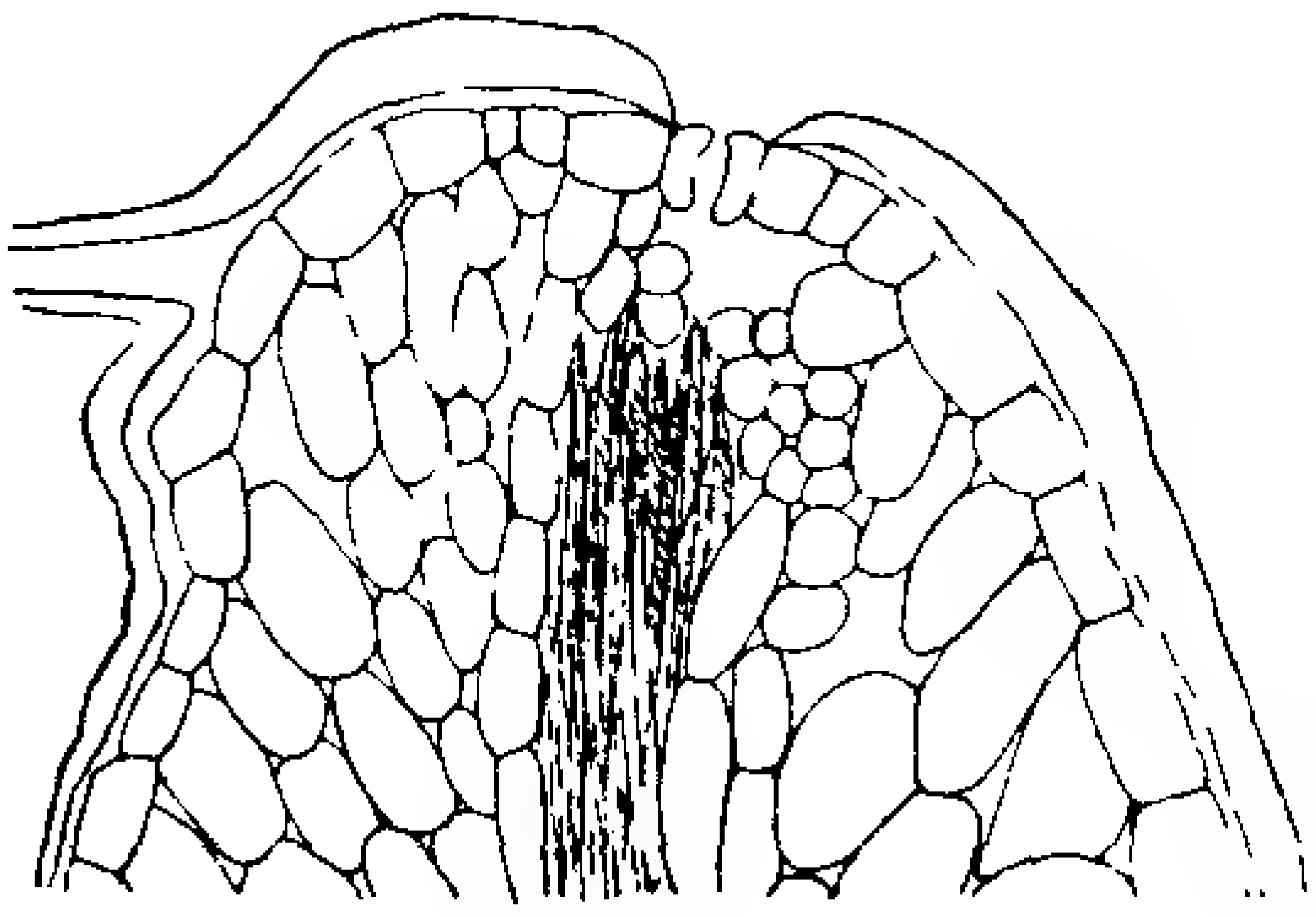


Fig. 27. Androsace helvetica. Längsschnitt durch eine Blattspreite. Vergr. 150.

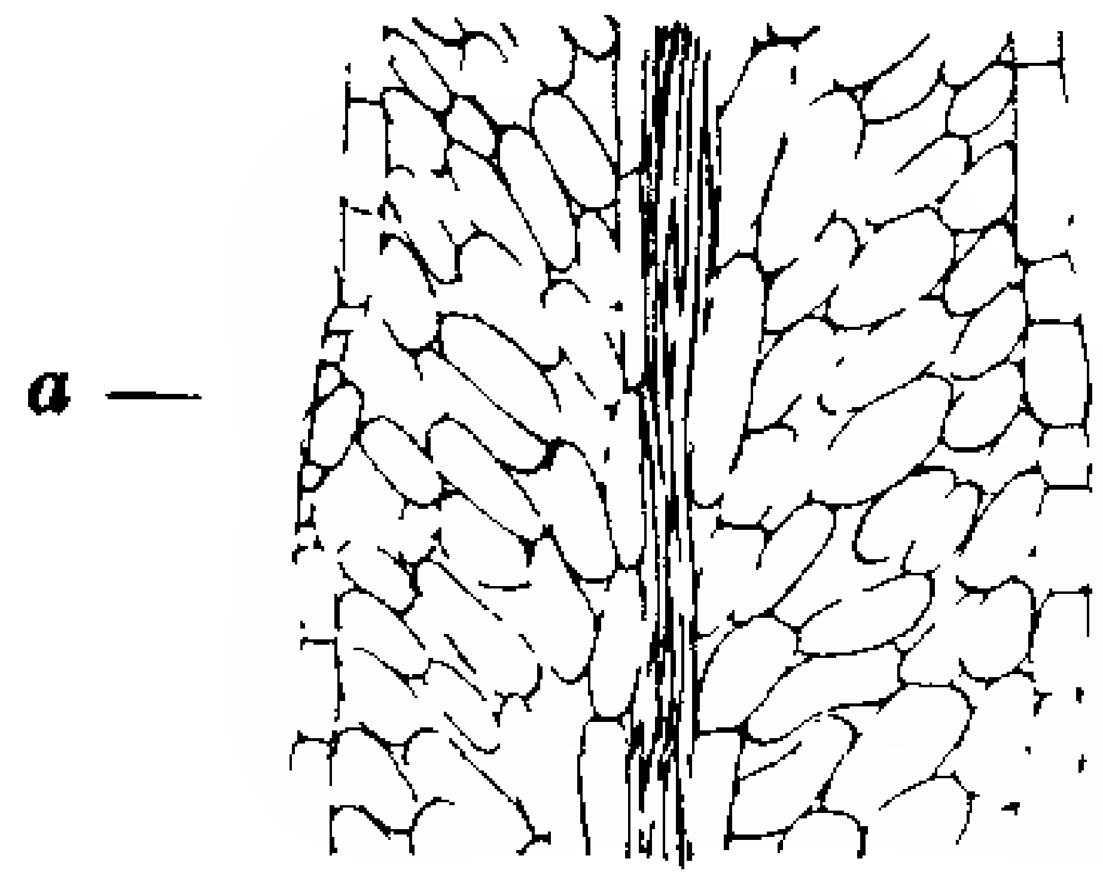


Fig. 28. Phyllachne uliginosa. Längsschnitt durch ein Blatt. a morph. Oberseite. Vergr. 50.

Da nun die Rosettenpflanze Repräsentanten verschiedener Pflanzenfamilien sind, so ist die Erklärung für die schräge Stellung der Palisadenzellen nur in der gemeinsamen Blattorientirung in der Rosette zu suchen.

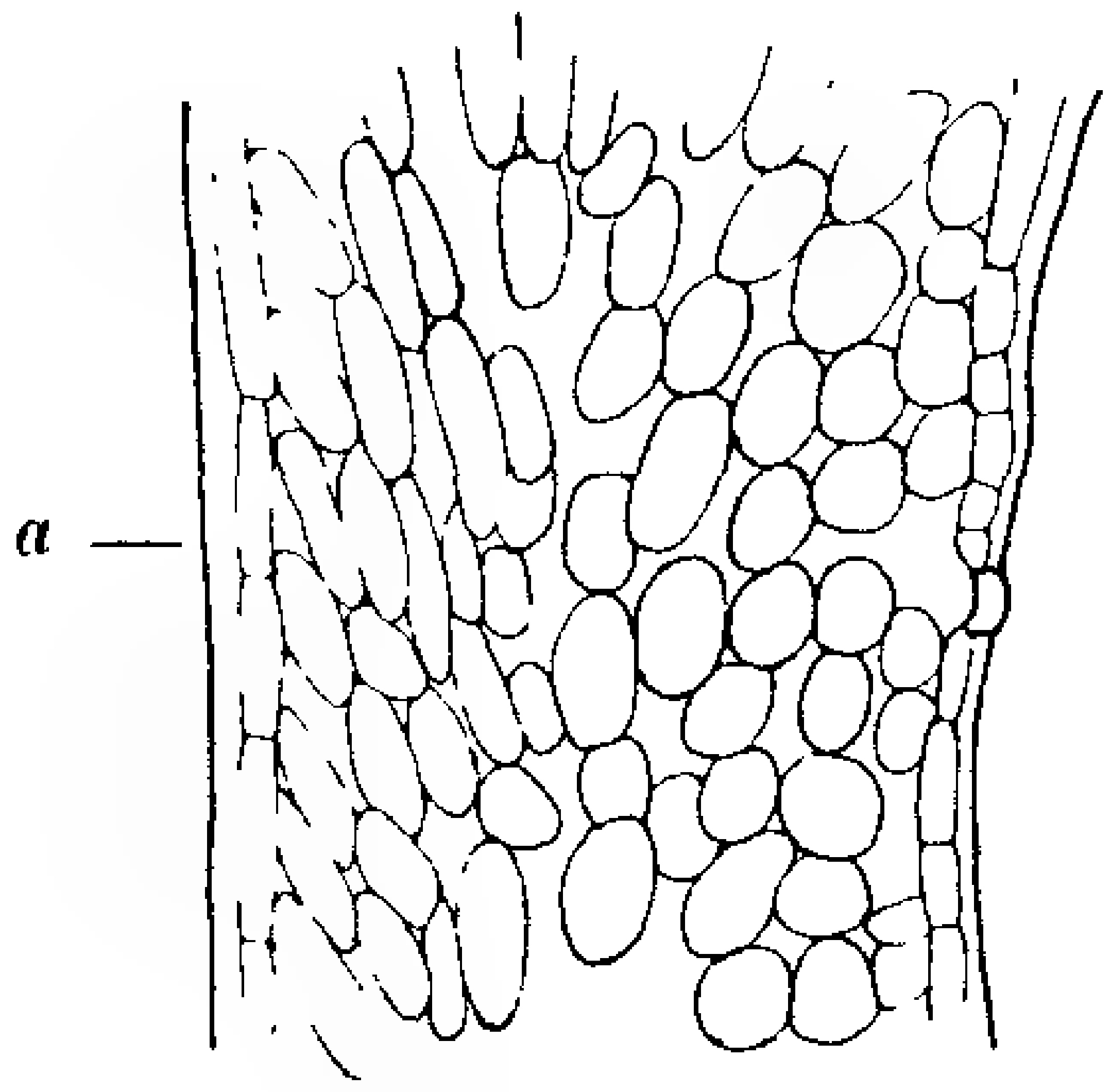


Fig. 29. Draba aizoon. Längsschnitt durch ein Blatt. a morph. Oberseite. Vergr. 150.

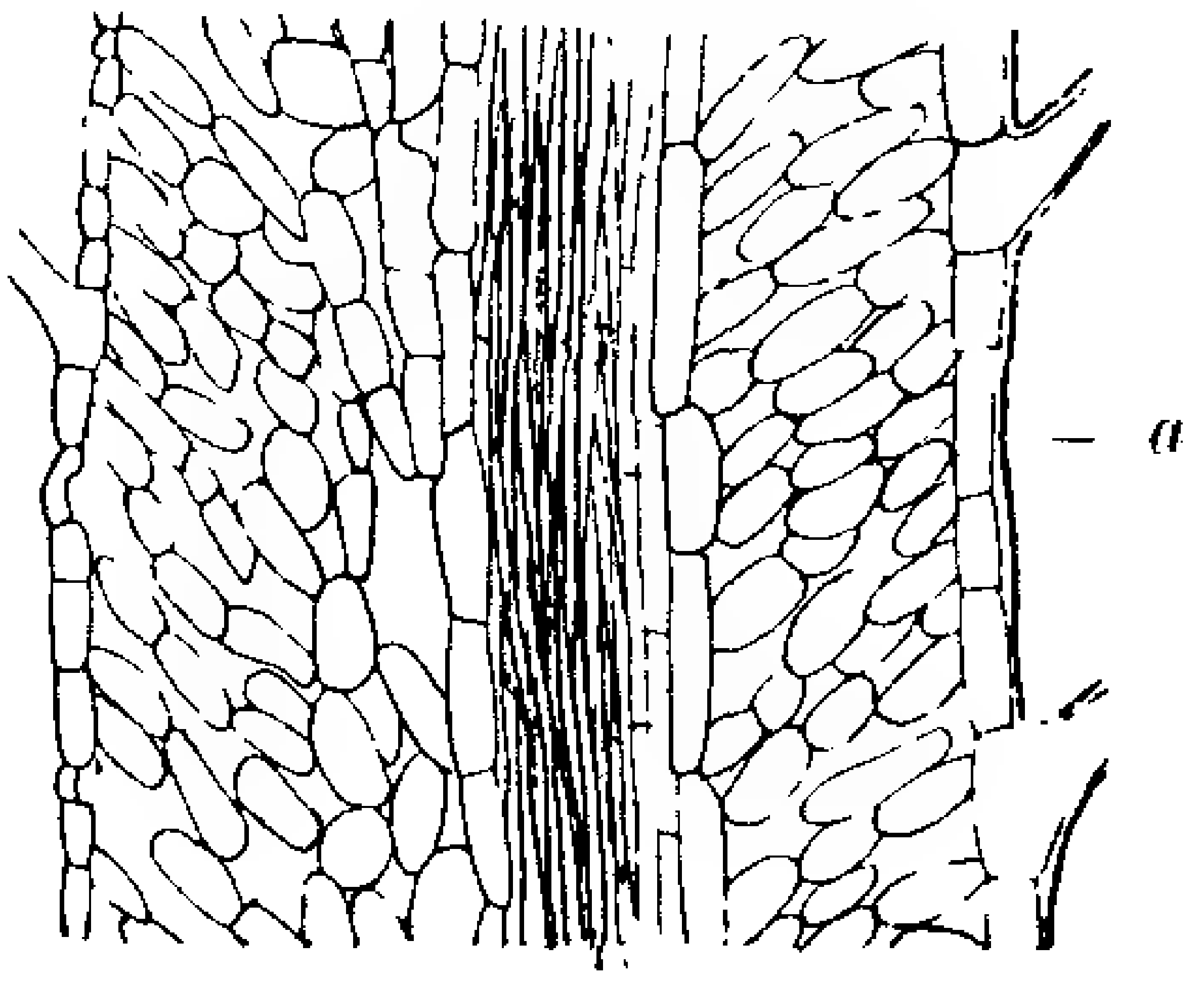


Fig. 30. Androsace sarmentosa. Längsschnitt durch ein Blatt. a morph. Oberseite. Vergr. 50.

Die gedrängte Lage der Blätter in der Rosette ist zwar sehr geeignet für das Herabsetzen der Transpiration, da rings um die sich nahe stehenden Blätter windstille Räume entstehen, aber nicht die günstigste für die Assimilation, und zwar aus dem Grunde, weil nur die Spitze des Blattes der vollen Lichtintensität ausgesetzt ist, während in den zwischen den Blättern gebildeten Räumen sich die Lichtintensität in der Richtung nach unten immer vermindert, ähnlich wie zwischen den Seiten eines unter kleinem Winkel aufgemachten Buches. Die unteren Partieen, welche noch immer Chlorophyll enthalten, liegen schon im Schatten.

Denken wir uns nun so ein Blatt in der Rosette, mit senkrecht zur Blattoberfläche orientirten Palisadenzellen, worin wie gewöhnlich die Chloroplasten an den längeren Zellwänden stehen. Es würde dann ein von oben unter spitzem Winkel auf die Blattfläche fallender Lichtstrahl die Chloroplasten treffen und würde schon in der ersten Zellschicht einen grossen Theil seiner Intensität verlieren. Das Innere des Blattes erhielte dann nur wenig Licht. Anders ist die Sache, wenn die Palisadenzellen nach unten gerichtet sind. Der von oben einfallende Lichtstrahl kann durch den chlorophyllfreien Boden der Zelle in das Innere des Blattes gelangen und desto tiefer eindringen, je regelmässiger die schiefe Anordnung der Mesophyllzellen ist.

Wenn diese Auffassung richtig ist, so würde hier dasselbe Princip der Blattdurchleuchtung herrschen, wie bei der zur Blattoberfläche senkrechten Anordnung der Palisadenzellen, bei horizontal ausgebreiteten Blättern.

Bei Rosettenpflanzen ist es von Vortheil, wenn das Blatt durchleuchtet werden kann und wenn ausserdem die sonst nicht geschützten Spaltöffnungen in windstillen Räumen bleiben können.

Es herrscht dann eine gewisse Harmonie zwischen Assimilationsfähigkeit und Schutz gegen Transpiration, eine Erscheinung, die so häufig eintritt und in anderen Fällen durch Aenderung der Blattgestalt, durch Einrollung der Blattränder etc., bei Saxifraga oppositifolia und analogen durch Concentriren des Palisadenparenchyms in der Blattspitze erreicht wird.

Die schräge Stellung der Palisadenzellen wurde auch bei Pflanzen constatirt, welche keine eigentliche Rosetten bilden, wo aber die Blätter in Zeilen angeordnet dachziegelartig übereinander greifen, so dass nur die obersten Blattpartien gut beleuchtet sind. So bei Arenaria tetraquetra, Veronica tetrasticha (Neu-Zeeland), Alchemilla nivalis (Anden), auch in den Ausstülpungen der Blätter von Haastia pulvinaris (Fig. 4). Für alle diese Fälle würde die früher vorgeschlagene Erklärung stimmen.

Die Abweichung der Palisadenzellen von der senkrechten Richtung zur Blattoberfläche hat schon Pick[1]) beobachtet bei „insolirten Blättern von Typha latifolia, Senecio erucaefolius, Hydrocharis morsus ranae, Irideen, Rumex hydrolapathum u. a. Pflanzen, deren Blätter eine mehr weniger verticale Stellung zeigen“ — „aber auch Pflanzen mit Blattrosetten“, sagt er weiter, „so Diplotaxis muralis, Leontodon taraxacum und Plantago media, welche normal eine senkrechte Orientirung der Palisadenzellen besitzen, zeigen, in die geeigneten Bedingungen gebracht, eine Aufwärtsorientirung ihrer Palisadenzellen.“ So wurde bei einer Reihe von Exemplaren genannter Pflanzen, die zwischen den Steinfugen einer Mauer gewachsen waren, das Blattmesophyll der nach oben stehenden Blätter untersucht und während die flach der horizontalen Mauer angeschmiegten Blätter normal gebaut waren, zeigten die aufrecht stehenden eine schiefe Stellung der Palisaden. Noch deutlicher trat die schiefe Stellung der Palisaden bei aufrecht stehenden assimilirenden Stengelorganen von Jasminium fruticans, Spartium junceum hervor.

Querschnitte eines horizontal gewachsenen Zweiges von Spartium junceum zeigten „eine um so stärkere Aufwärtsstellung der Palisadenzellen, je mehr dieselben seitlich nach unten standen“.

Pick sieht in dieser Richtung der Palisadenzellen den directen Einfluss der einfallenden Lichtstrahlen und fasst seine Ansicht folgendermaassen zusammen.

„Sind die Assimilationsorgane weniger befähigt, zur Richtung des einfallenden Lichtes sich zu orientiren, wie es die meisten gestielten Laubblätter vermögen, so tritt bei ihnen eine Accomodation des Zellgewebes zur Richtung der einfallenden Beleuchtung durch entsprechende Orientirung der einzelnen Zellen auf.“

Diese Ansicht Pick's wird durch die von mir angeführten Fälle nur bestätigt.

Eine schräge Stellung des Palisadenparenchyms hat auch Loebel (Pring. Jhrb. XX p. 38) in den Stengeln von Armeria vulgaris und in den Blüthen von Ornithogalum umbellatum beobachtet.

Schleim als Transpirationsschutzmittel.

Ein ziemlich häufig vorkommendes Schutzmittel gegen Transpiration sind Schleimablagerungen in den Epidermiszellen der Blätter.

---

[1]) Pick, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientirung der Zellen des Assimilationsgewebes. Bot. Centralblatt Bd. XI, 1882, p. 444.

Diese von verschiedenen Autoren[1]) bis in die 50er Jahre für doppelte Epidermis gehaltene Erscheinung wurde zuerst von Radlkofer[2]) als Verschleimung der Wände der Epidermiszellen richtig erkannt und auch bei einigen Alpenpflanzen, so bei: Azalea procumbens, Empetrum nigrum, Daphne Cneorum u. a. gefunden.

„Dieser Schleim“, sagt Radlkofer,[2]) „verdankt seinen Ursprung einer Metamorphose der Epidermiszellen, ähnlich wie z. B. der Schleim der Leinsamen. Es ist hier die innere, dem Blattparenchym zugekehrte Wandung der Epidermiszellen, welche der Verschleimung unterliegt.“

Ueber die Rolle des Schleimes spricht sich R. bei Gelegenheit von Triaspis squarrosa[3]) dahin aus, dass „die stark verdickten und verschleimten Zellwände vielleicht nach besonderen Verhältnissen modificirte Schutzmittel gegen zu rasche Wasserabgabe darstellen“.

Jetzt ist im Allgemeinen diese Anschauung angenommen worden, da besonders häufig verschleimte Epidermiszellen bei Pflanzen aus sehr trockenen Standorten zu finden sind. Volkens[4]) gibt viele solche Fälle an, wo entweder sämmtliche oder nur vereinzelte Epidermiszellen verschleimt sind. Er fasst die Schleimzellen ebenfalls als Schutz gegen Transpiration auf, indem „der Schleim die Transpiration reducirt, wie eine Gelatineschicht wirkt, die über eine leicht verdunstende Wasserfläche ausgebreitet ist“.

Bei den Alpenpflanzen fand Wagner[5]) Verschleimung der Epidermiszellen, ausser den von Radlkofer genannten, noch bei Linum catharticum, Polygonum viviparum, Helianthemum alpestre. Es wurden ausserdem verschleimte Epidermiszellen bei Salix retusa gefunden (vergl. Fig. 32).

Bei Pflanzen mit eingerollten Blättern sind nur auf der äusseren Blattfläche die Epidermiszellen verschleimt, bei solchen mit ausgebreiteten Blättern auf beiden Blattflächen.

In frühen Entwickelungsstadien der Blätter ist die Verschleimung nicht wahrzunehmen und auch dann nicht, wenn das Mesophyll schon vollständig differencirt ist, wie ich mich bei Azalea procumbens, Daphne Striata, Salix retusa überzeugt habe. Bei den zwei letztgenannten Pflanzen blieb die Verschleimung auch bei erwachsenen Blättern, wenn dieselben in feuchter Luft gezogen wurden, ganz aus.

---

[1]) Vergl. Radlkofer, Monographie der Gattung Paulinia p. 92, wo auch die betreffende Litteratur citirt ist.

[2]) Radlkofer, Monographie der Gattung Serjania, 1875, p. 100.

[3]) Abhandl. d. Naturw. Vereins in Bremen Bd. VIII, p. 378. Radlkofer, Beitrag zur afrikanischen Flora.

[4]) Volkens, Flora der Aegypt. Wüste p. 45.

[5]) Wagner, Blattbau der Alpenpflanzen p. 29.

In den Blättern vieler alpiner Primeln und Gentianen habe ich ebenfalls Schleim constatiren können, hier aber nicht im Innern der Epidermiszellen. Das Blatt von Primula auricula weist in der Spreiteregion oberseits einige Schichten von dicht stehenden, senkrecht zu der Blattfläche orientirten Palisadenzellen, welche reichlich mit Chlorophyllkörpern versehen sind. Bei aus trockenen, sonnigen Stellen stammenden Gebirgsexemplaren sind diese Zellen zweimal so lang wie breit und bilden 2—4 Schichten; bei solchen aus niedriger gelegenen, feuchten Orten sind die Palisaden noch kürzer und bilden weniger Schichten (zwei oder eine).

Auf der unteren Blattfläche befinden sich unter der Epidermis zwei Schichten von dicht stehenden, rundlichen Zellen, welche in der Spreitengegend nur wenig Chlorophyll enthalten, während sie in der unteren Blattpartie, ebenso wie das an sie angrenzenden Gewebe, ganz farblos sind.

Das Innere des Blattes wird von rundlichen in Ketten gelagerten Zellen eingenommen, welche sehr grosse vieleckige Intercellularräume bilden.

Die Intercellularräume sind im ganzen Blatte mit Schleim ausgekleidet, was in der Figur durch Schattirung angedeutet wurde.

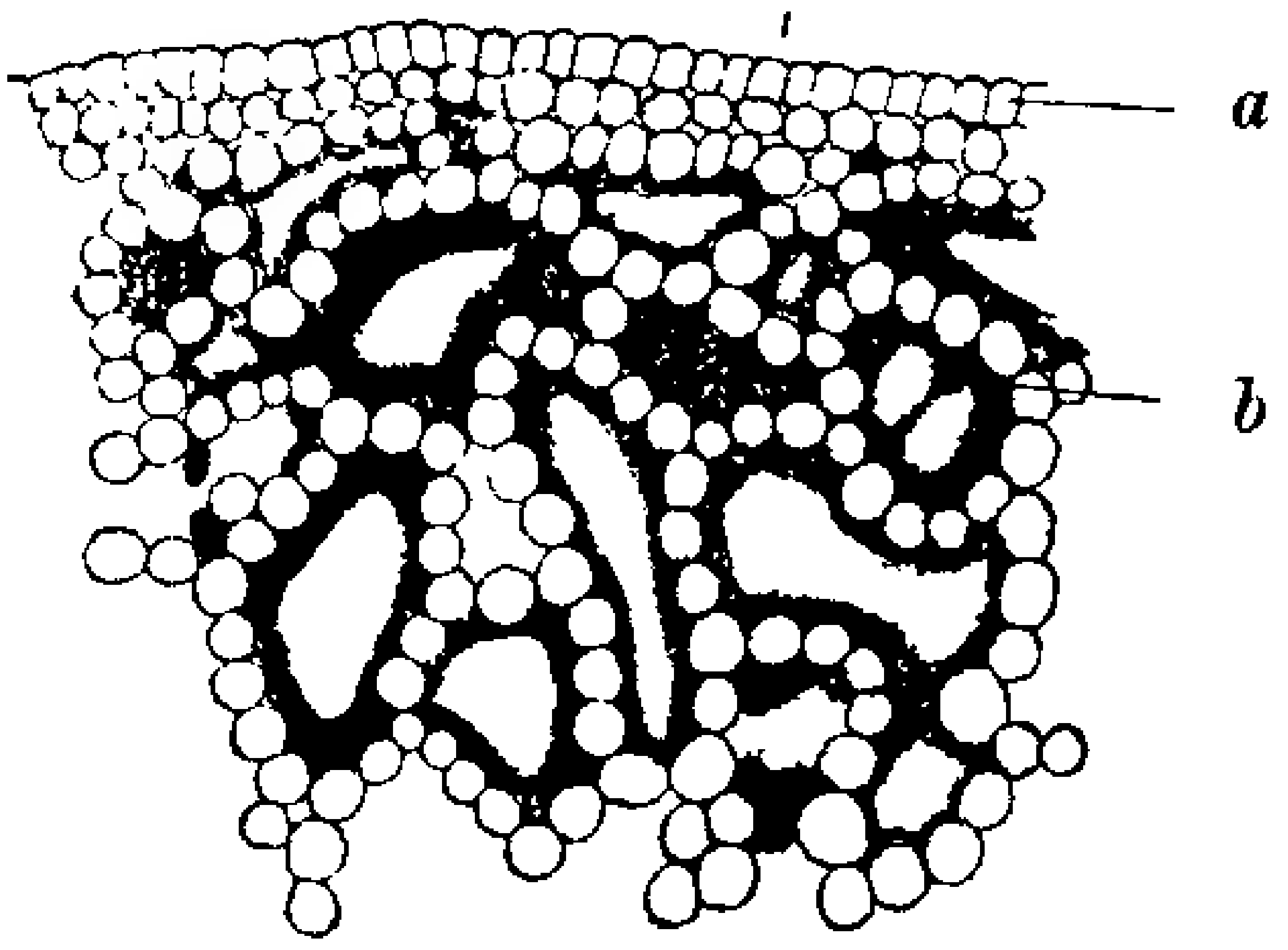


Fig. 31. Primula auricula. Querschnitt durch die Unterseite des Blattes nahe der Blattbasis. *a* Epidermis der Unterseite, *b* mit Schleim erfüllte Intercellularräume. Vergr. 50.

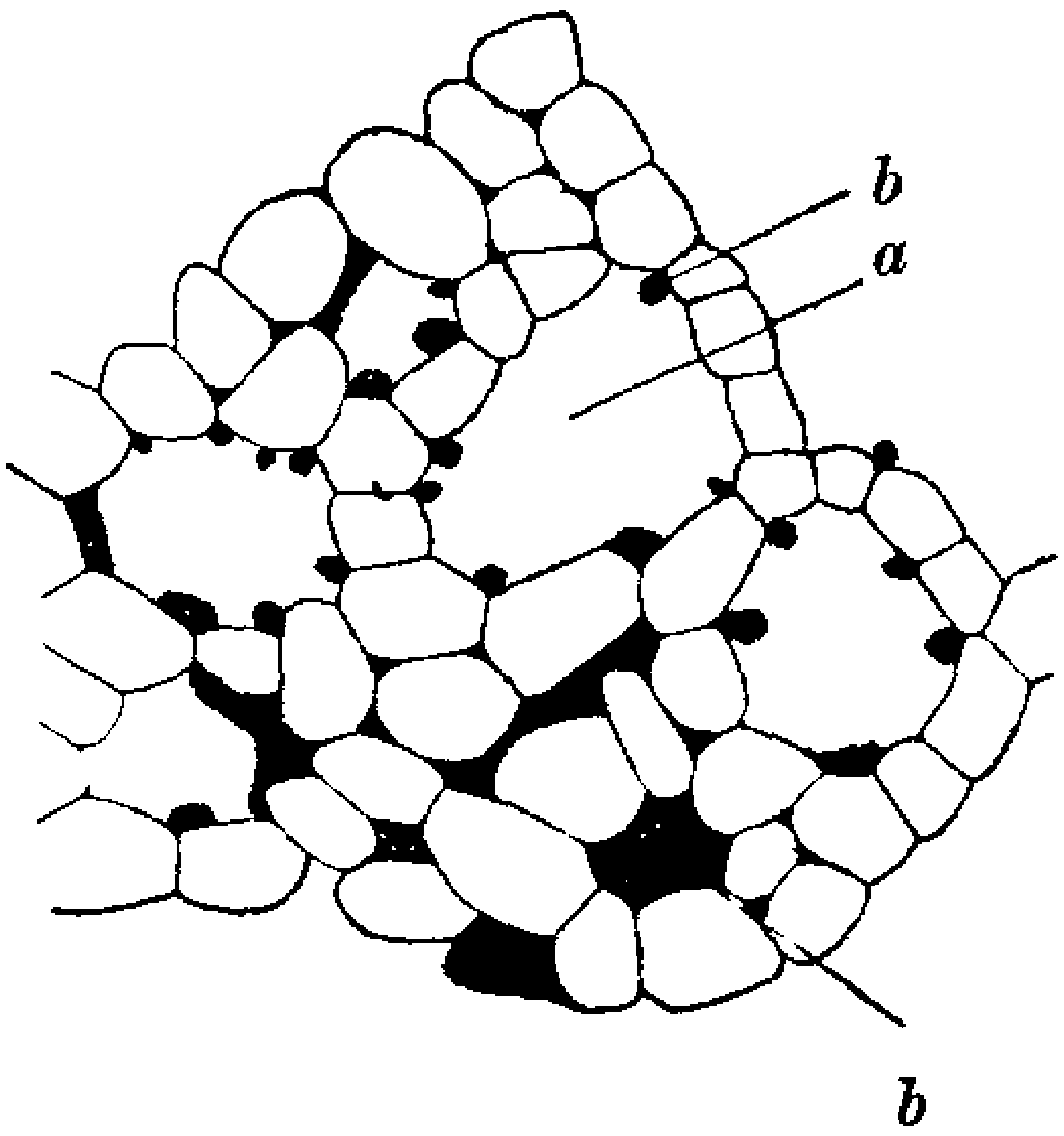


Fig. 32. Primula auricula. Stück des Blattmesophylls. *a* Intercellularräume, *b* Schleimtropfen. Vergr. 200.

Dieser Schleim ist im Frühjahr in den, vom vorigen Jahre zurückgebliebenen Blättern, in so grossen Mengen vorhanden, dass man durch

Brechen und Auspressen des Blattes einen grossen gallertartigen Klumpen bekommen kann.

An jungen aus der Knospe ausgeschnittenen Blättern sieht man im Mesophyll (Fig. 32) an vielen Stellen, besonders an der Grenze zweier anstossenden Zellen, kleine runde aus einer stark lichtbrechenden Substanz bestehende Tröpfchen, welche im Wasser stark aufquellen, in Alkohol wieder schrumpfen und durch Zusatz von Schwefelsäure dünnflüssig werden. Auf alkoholischem Material lassen sich diese Tröpfchen leicht mit Anilinfarbstoffen färben, doch bequemer und besser eignet sich hierzu Benetzen des Schnittes mit einem Eisensalze und Zusatz von Tannin-Lösung [1]). Die an Ort und Stelle gebildete Tinte färbt den Schleim intensiv schwarz. Bei Zusatz von Chlorzinkjod gelingt es manchmal zu sehen, dass die kleinen Tröpfchen von einer äusserst dünnen durch das genannte Reagens sich gelb färbenden Haut zurückgehalten werden. Das Häutchen berstet nach Wasserzusatz und die aufgequollene Schleimmasse verbreitet sich in die Intercellularräume.

Solche Schleimauskleidungen der Intercellularräume wurden noch bei vielen anderen Primeln gefunden. Besonders stark war diese Erscheinung zu sehen, ausser bei Primula auricula, noch bei Primula pubescens, P. rhaetica, P. Clusiana, P. Wulfeniana, P. glutinosa, P. viscosa, P. minima; in kleinerem Maasse bei Primula frondosa, P. farinosa, P. intermedia, während bei Primula officinalis, P. confinis, P. elatior kein Schleim zu finden war [2]).

Die Blätter von Primula minima haben einen von P. auricula abweichenden Bau. Auf der oberen Blattfläche sind 4—5 Schichten ovaler ziemlich dicht stehender Zellen zu sehen. Auf der Blattunterseite unter der grosszelligen Epidermis befinden sich 3 Reihen grosser flacher Zellen.

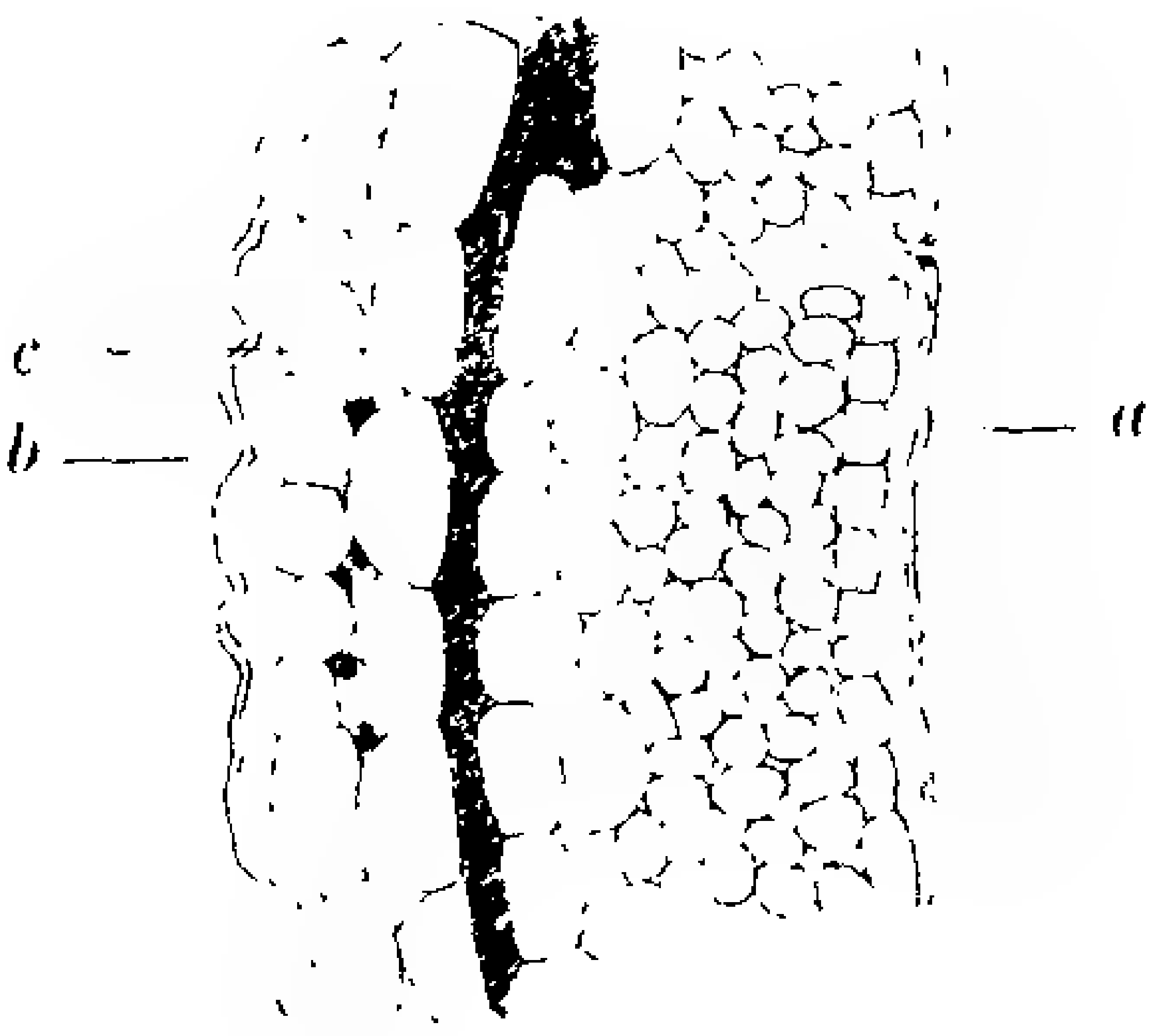


Fig. 33. Primula minima. Querschnitt durch ein Blatt. *a* morph. Oberseite. *b* Unterseite des Blattes. *c* Mit Schleim erfüllte Intercellularräume. Vergr. 50.

---

[1]) Ein von Dr. Raciborski gebrauchtes Verfahren nach einer mündlichen Mittheilung desselben.

[2]) Die Gegenwart von Schleim in den Intercellularräumen der Primeln ist von früheren Forschern nicht beachtet worden, wie ich aus der mir zugänglichen Litteratur schliessen darf. — Kamienski, Anatomja porównawcza pierwiosnkowatych (Primulaceae). Pam. Akad. Umiejetn. w Krakowie T. III 1877. — E Widmer, Die europäischen Arten der Gattung Primula. München 1891.

In die von diesen Zellen gebildeten Intercellularräume wird Schleim abgesondert; am meisten ist daran zwischen der 2. und 3. Reihe zu sehen. Es sind die am meisten Schleim aufweisenden Primeln sämmtlich Hochgebirgspflanzen, und wachsen auch oft an trockenen exponirten Felsen.

Die hier genannten Pr. auricula, Pr. pubescens etc. haben keinen äusseren deutlichen Schutz gegen Transpiration (abgesehen vom Wachs). Ihre Blätter sind meistens flach ausgebreitet, besitzen keinen starken epidermalen Schutz, mit Ausnahme von Pr. minima, wo die äussere Epidermiswand etwas stärker ist. Die Spaltöffnungen sind, wie bei allen zu der Untergattung Auriculastrum[1]) gehörenden Primeln, welche eingerollte Blätter in der Knospenlage haben, entweder nur, oder doch vorwiegend auf der Blattoberseite. Trotzdem gedeihen sie sehr gut an trockenen Felsen, wo von einer regelmässigen Wasserzufuhr nicht die Rede sein kann. Besonders oft sind an solchen Stellen Pr. auricula und Pr. pubescens anzutreffen.

Es lag daher die Vermuthung nahe, dass der Schleimbesitz bei diesen Primeln einen Schutz gegen Austrocknung bilde.

Um darüber ein Urteil zu gewinnen, habe ich folgenden Versuch gemacht.

Ein Exemplar von Pr. auricula wurde im Frühjahr oberhalb der Wurzel abgeschnitten, die Schnittfläche mit Vaselin bestrichen und die Pflanze in trockene Zimmerluft gelegt. Die Blüthe war noch im Knospenstadium gänzlich von Blättern umhüllt. Das Gewicht der Pflanze betrug (ohne Vaselin) 7,43 g. Nach sechstägigem Liegen in trockener Luft waren die äussersten Blätter schon trocken, die inneren aber vollständig turgescent. Die Blüthe wuchs einstweilen um 15 cm aus den Hüllblättern heran und erlitt, da die Pflanze horizontal gelegt war, eine negativ geotropische Krümmung um etwa 50°. Nach Entfernung des Vaselins wog die Pflanze 3,97 g, erlitt also während dieser 6 Tage einen Gewichtsverlust von 3,46 g, was 46 % des ursprünglichen Gewichtes entspricht. Dann wurde der Stengel nochmals abgeschnitten, um eine frische Schnittfläche zu bekommen, und die Pflanze, welche jetzt 3,89 g wog, in Wasser mit der Schnittfläche gestellt. Hierauf wurden die früher welken Blätter wieder turgescent und nach zwei Tagen, nach sorgfältigem Entfernen des hängen gebliebenen

---

1) E. Wichner, Die europäischen Arten der Gattung Primula. München 1891.

Wassers, betrug die Gewichtszunahme 0,75 g, d. h. 19 % des Gewichts der Pflanze in welkem Zustande, eine hohe Zahl, wenn man den Verlauf des Versuches im Auge behält und die fortdauernde Transpiration in trockener Zimmerluft berücksichtigt. — Dasselbe Experiment wurde wiederholt und immer annähernd dieselben Resultate gefunden.

Dieser Versuch zeigt, dass die Blätter von Pr. auricula nur sehr langsam Wasser abgeben, dass sie befähigt sind, auch lange andauernde Trockenheit auszuhalten und dann wieder bei Wasserzufuhr turgescent zu werden.

Ebensogut wie man in der Verschleimung der Epidermiszellen einen Schutz gegen Transpiration erblickt, kann man dem Schleime in den Intercellularräumen dieselbe Bedeutung zuschreiben. Nur hier hätten wir es mit einer Art Wasserreservoir in den Blättern zu thun, welches nur allmählich Wasser an die transpirirende Oberfläche abgibt und der Pflanze erlaubt, sich einige Zeit lang bei ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnissen lebend zu erhalten.

Bei anderen Primulaceen: Androsace-, Aretia- und Soldanella-Arten, wurde kein Schleim gefunden.

Ein demjenigen der Primeln biologisch ähnliches Verhalten zeigen die Blätter der ziemlich hoch hinaufsteigenden Gentiana acaulis und der hochalpinen Gentiana imbricata.

Die unten verwachsenen, gegenständigen Blätter von Gentiana besitzen an der Blattbasis von beiden Seiten des Hauptnerven kissenartige Anschwellungen, welche aus chlorophyllfreien, runden, dickwandigen Zellen bestehen. In der Zellwand ist eine für Wasser stark quellungsfähige Schicht vorhanden und auch hier wurde, freilich nicht so reichlich wie bei manchen Primeln, Schleimabsonderung in die Intercellularräume constatirt. Bei Gentiana imbricata wurde auch die Quellungsfähigkeit der Wandungen der Mesophyllzellen nachgewiesen, ebenso wie der Epidermiszellen.

Nach Zusatz von Wasser zu einem Schnitte aus alkoholigem Material wurde eine Verdickung aller Zellwände bis zu 50 % der ursprünglichen Wanddicke erreicht.

Primula auricula kommt ausser an trockenen Felsen auch auf Mooren vor. So auf dem Erdinger Moor (Christ, Pflanzenleben der Schweiz p. 173), auf dem Dachauer Moor bei München zusammen mit Primula farinosa. Auch gedeiht sie sehr gut in Gärten, aber die Blätter der in Niederungen und an feuchten Orten wachsenden Exemplare sind grösser und dünner als die derjenigen Arten, welche an sonnigen, trockenen Stellen wachsen. Während die Blätter der letzteren auf der Oberseite 3 Reihen deutlicher Palisadenzellen besitzen, sind diese bei den Sumpfprimeln kürzer und in 1—2 Reihen angeordnet. Die Intercellularräume sind kleiner, auch ist die Cuticula sehr dünn.

Aber Schleim lässt sich in den Intercellularen ebensogut nachweisen, und selbst bei Exemplaren, welche in feuchter Luft längere Zeit cultivirt wurden, ist er auch zu sehen.

Es gehören also Primula auricula und Primula farinosa zu der Zahl derjenigen Pflanzen, welche Schutzmittel gegen Austrocknung besitzen und auf Sümpfen vorkommen, wie viele Carices, Ledum palustre, Empetrum nigrum, E. rubrum u. v. a., obwohl sie im hohen Norden oder im Gebirge ganz trockene Stellen einnehmen.

Goebel,[1]) welcher die dicht stehenden Culcitium- und Espeletia-Arten nicht selten im Sumpfe stehen fand, obwohl sie für gewöhnlich ganz trockene Standorte einnehmen, erklärt dieses dadurch, dass nur Wasser von einer gewissen Temperatur von den Wurzeln mit Leichtigkeit aufgenommen wird und dass im kalten Wasser wurzelnde Pflanzen ebenso an Wassermangel leiden können, wie solche in salzhaltigem Wasser oder an trockenen Stellen, wesshalb auch Pflanzen mit Transpirationsschutzvorrichtungen eher dort gedeihen können als solche ohne dieselben.

Es sind zwar die Verhältnisse des Dachauer Moors nicht mit denjenigen der Paramo-Sümpfe identisch, doch ist bekanntlich die Temperatur des sumpfigen Bodens (des kalten Bodens der Volkssprache) eine viel niedrigere als die des durchlässigen, da einmal fortgesetzte Wasserverdunstung eine Abkühlung herbeiführt und ausserdem der Zutritt von warmer Luft verhindert wird. Ausserdem ist das Wasser des Dachauer Moors aus tieferen Schichten kommendes Grundwasser. Somit ist es nicht unwahrscheinlich, dass die mit Schutzeinrichtungen gegen Transpiration versehenen Gebirgsprimeln eben wegen dieser Einrichtungen auf dem Moor siegreicher den Kampf ums Dasein aufnehmen können, als auf mehr trockenen Stellen.

Neuerdings hat Stenström[2]) für solche Fälle eine andere Erklärung vorgeschlagen, die ich hier in aller Kürze anführe.

Er nimmt an, dass eine „xerophil ausgebildete und fixirte Pflanze“ an ein gewisses Klima angepasst ist, speciell an ein gewisses Verhältniss

---

1) Biol. Schilderungen T. II p. 11, 12, 47.

2) E. Stenström, Ueber das Vorkommen derselben Arten etc. Flora 1895 pag. 165.

zwischen Luft- und Bodenfeuchtigkeit, welches seine Transpirationskraft bestimmt.

$$\frac{\text{Luftfeuchtigkeit}\quad L}{\text{Bodenfeuchtigkeit}\quad B} = T \text{ Transpiration.}$$

Aendert sich die Transpiration, so kann die Pflanze nicht mehr gut gedeihen, da sie fixirt, nicht veränderungsfähig ist. Aendern sich aber die Faktoren L und B im gleichen Sinne,

$$\text{z. B. } \frac{{}^1/_4\ L}{{}^1/_4\ B} = \frac{4\ L}{4\ B} = \frac{m\ L}{m\ B} = T$$

(wobei m eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf), so wird die Transpiration nicht geändert und so kann die xerophil ausgebildete Pflanze auch auf nassem Boden und in feuchter Luft gedeihen.

Auf die Frage über die Richtigkeit dieser Erklärung kann ich hier nicht näher eingehen.

Alpine Weiden.

Zu den am höchsten hinaufsteigenden Holzgewächsen gehören die alpinen Salices, es zeigen aber die in hohen Regionen wachsenden Exemplare von Salix retusa, S. reticulata, S. herbacea etc. dem äusseren Habitus nach nicht mehr viel davon, was wir an einer Weide unserer Höhen zu sehen gewohnt sind.

Das Stämmchen wächst nicht aufrecht, sondern schmiegt sich der Erde an und befestigt sich daran, indem aus der, der Erde zugekehrten, beschatteten Seite der Achse[1]) adventive Wurzeln auswachsen.

Die beblätterten Aeste bleiben kurz; der ganze Strauch wird noch umsomehr einem Polster ähnlich, als er von Gräsern, Carices, Saxifragen etc. durchwachsen wird.

Die, in botanischen Gärten in, von alpinen, stark abweichenden klimatischen Verhältnissen, cultivirten hochalpinen Weiden, ändern ihren Habitus. Am schönsten war es zu sehen bei einem Exemplare von Salix retusa aus dem Hamburger botanischen Garten, wo die einjährigen Aeste im Vergleich zu den der alpinen Exemplare sehr lang und viel mehr ausgebreitet waren; aber schon in München, wo der äussere

---

1) H. Vöchting (Einfluss des Lichtes auf die Anlage und Ausbildung der Wurzeln. Ref. Just. Jhrbr. 1878 I p. 194) hat für Salix viminalis und S. nigricans experimentell den hemmenden Einfluss des Lichtes auf die Wurzelbildung nachgewiesen. Bei beschatteten Exemplaren entwickelten sich aus der Axe die Wurzeln allseitig; bei einseitig beleuchteten nur auf der Schattenseite.

Habitus nicht stark verändert wird, sieht man an den Blättern grosse Unterschiede.

Sie werden viel grösser und zarter, besonders bei Salix retusa, S. herbacea, dagegen werden die Blätter von S. reticulata nur wenig geändert.

Auch anatomisch sind Unterschiede zu beobachten.

Ein Querschnitt, Fig. 34, durch ein Blatt von Salix retusa (Schlern 2500 m) zeigt eine sehr dichte Structur des Mesophylls. Auf der Oberseite 2—3 Reihen dicht stehender Palisadenzellen, welche in ein ebenfalls dichtes Schwammparenchym übergehen. Auf der ganzen unteren Blattfläche ist unter der Epidermis ein einschichtiges Hypoderm vorhanden, welches nur unter den Spaltöffnungen fehlt. Die Wände vieler Epidermiszellen der unteren und oberen Blattfläche sind verschleimt. Spaltöffnungen befinden sich auf beiden Blattseiten. Cuticula ist nicht sehr stark entwickelt.

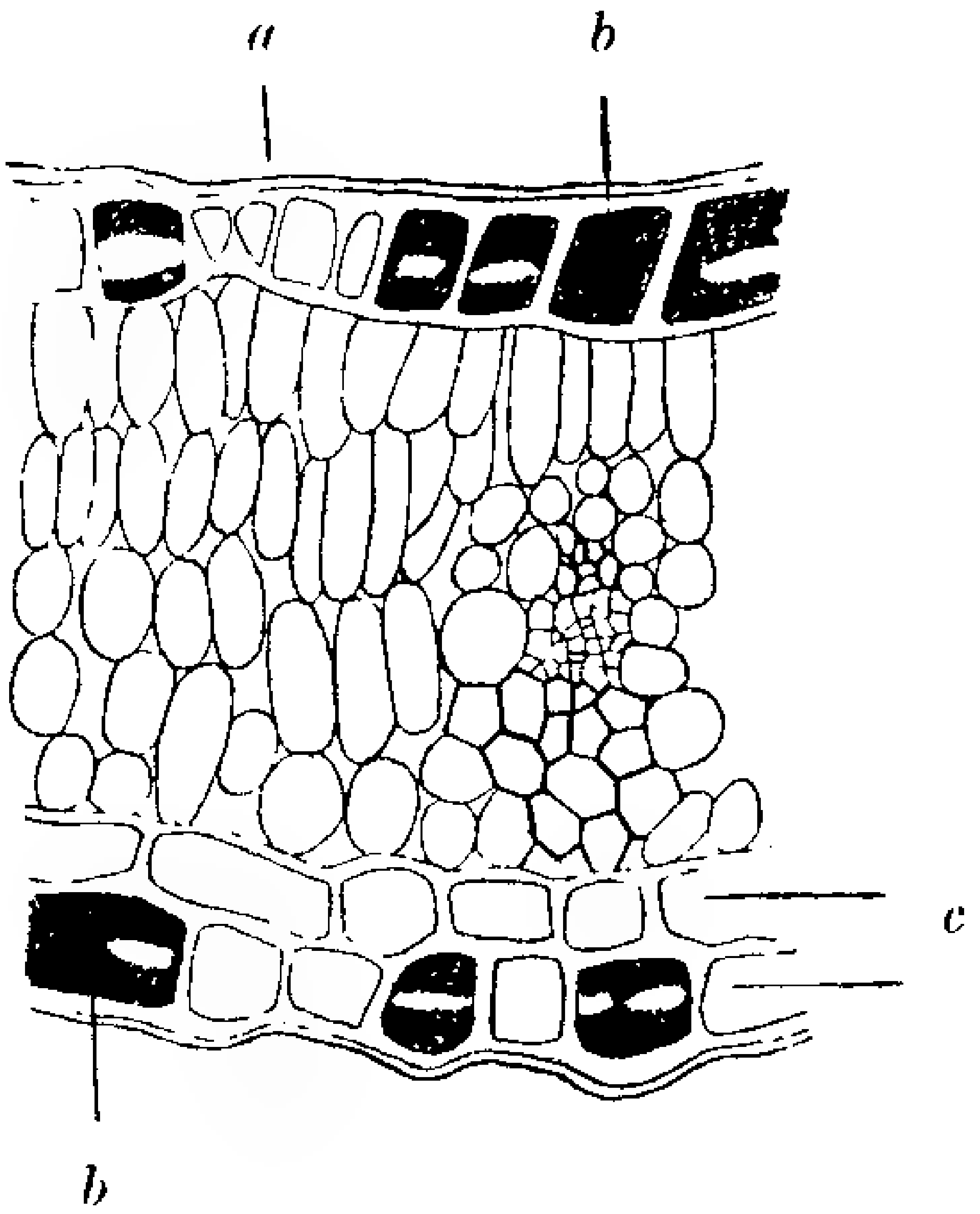


Fig. 34. Salix retusa. Querschnitt durch ein Blatt aus den Alpen stammend. *a* morph. Blattoberseite, *b* verschleimte Epidermiszellen, *c* Hypoderm. Vergr. 250.

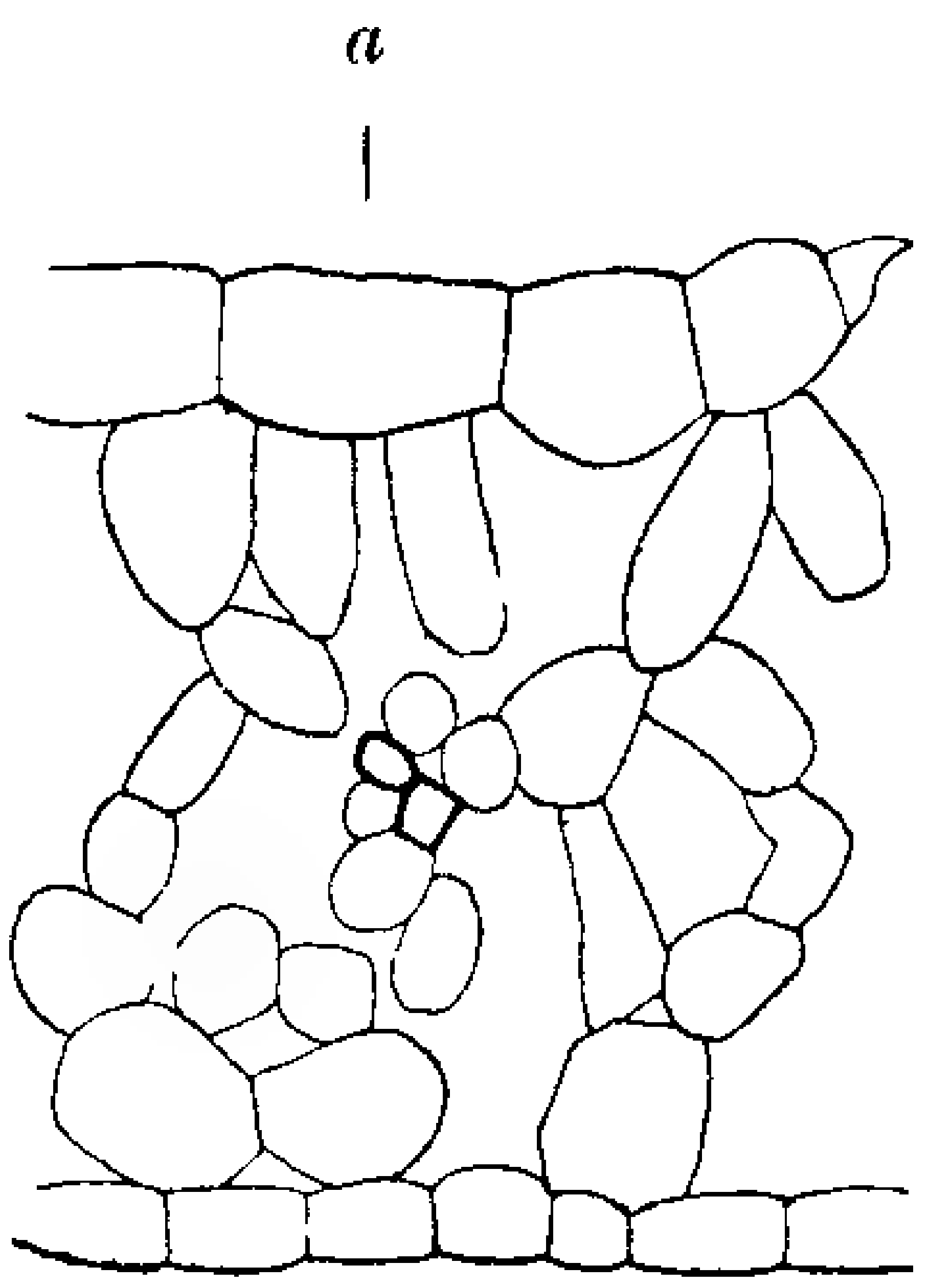


Fig. 35. Salix retusa. Querschnitt durch ein in feuchter Luft erzogenes Blatt. *a* Blattoberseite. Vergr. 250.

Ein Blatt derselben Species aus dem Münchener botan. Garten besitzt bei derselben Dicke die fünffache Grösse. Auf der Oberseite sind zwei Reihen dichter Palisadenzellen vorhanden, doch das Schwammgewebe ist viel lockerer, das Hypoderm ist nur unter den Gefässbündeln entwickelt, und nur ganz vereinzelte Epidermiszellen haben verschleimte Wände.

Noch auffallender änderte sich der Blattbau bei einem Exemplar von S. retusa, welches im Herbste aus dem Gebirge gebracht in feuchter Luft unter Glasglocke cultivirt wurde. Das Palisadenparenchym bildete hier eine Reihe sehr locker stehender Zellen, Hypoderma und Verschleimung der Zellen blieben ganz aus. Fig. 35.

Aehnliche Aenderungen im Blattbau, je nach dem Standorte, zeigen auch andere Salices: S. serpyllifolia, S. herbacea, am wenigsten S. reticulata. Dieses Blatt, dessen Oberseite spaltöffnungsfrei ist, hat in jungen Stadien eine behaarte Oberfläche. Palisadenparenchym in zwei bis drei dichten Reihen oberseits; unterseits loses Schwammgewebe. Die Oberseite ist ziemlich dick cuticularisirt.

Im Allgemeinen sind bei den alpinen Weiden, abgesehen von der Verschleimung der Epidermiszellen bei S. retusa, der dickeren Cuticula bei S. reticulata, keine starken Schutzeinrichtungen gegen Transpiration vorhanden. Ihre Blätter sind flach ausgebreitet, die Spaltöffnungen nicht besonders geschützt. Auch ziehen diese Pflanzen im Hochgebirge feuchtere Standorte vor und wenn manchmal Salix retusa-Decken auf lose liegenden Felsenstücken zu finden sind, so ist doch diese Pflanze nicht auf dem Steine gewachsen, sondern ist darauf mit den Aesten hinaufgekrochen und ist neben dem Steine bewurzelt. Auf dem Felsen hat sich unter der Weide eine dicke Erdschicht gebildet, wo Wasser zurückgehalten wird; viele Wurzeln durchziehen die neugebildete Humusschicht, weshalb die Pflanze der Hauptwurzel entbehren kann, welche auch oft getrocknet und abgebrochen ist.

Was die Zusammensetzung des Holzes der Weiden anbetrifft, so besteht dieses aus den drei Elementen: Gefässen, Holzfasern mit einfachen Tüpfeln und Parenchymzellen als Markstrahlen und Holzparenchym ausgebildet.

Die Holzfasern sind bei den alpinen Weiden procentisch schwach repräsentirt. Sie bestehen aus langen, mit einfachen Tüpfeln versehenen, an beiden Enden zugespitzten Zellen, mit dicken Wänden und sehr kleinen Lumina. Die Wände sind mangelhaft verholzt. Mit Phloroglucin färbt sich nur die äusserste dünne Schicht intensiv roth, während die übrige Zellwand nur schwach rosa und, je weiter nach innen zu, desto schwächer sich färbt. Die innerste Schicht färbt sich mit Chlorzink-Jod tiefblau. Auf hinreichend dünnen Schnitten sieht man, wie die blaue Färbung nach Aussen hin immer abnimmt.

Die Zellwand besteht also nicht aus homogenem Material, sondern die Cellulose ist von innen nach aussen immer stärker mit holzbildenden Stoffen incrustirt bis zur äussersten dünnen Schicht, welche vollständig verholzt ist.

Die Gefässe machen einen grossen Theil des Weidenholzes aus; sie sind vollständig verholzt und mit Wandverdickungen versehen.

Der jährliche Holzzuwachs[1]) der alpinen Weiden ist auffallend klein, während er bei den in den Gärten cultivirten Exemplaren etwas grösser ist. Es war nun interessant, zu erfahren, in welcher Weise sich die Grösse des Holzzuwachses und die anatomische Zusammensetzung des Holzes bei verschiedenen Alpenweiden verhält und ob überhaupt für eine und dieselbe Species Veränderungen in dieser Hinsicht je nach dem Standorte vorhanden sind. Zu dem Zwecke wurden verschiedene Salix-Species untersucht und zwar nur aus ganz gut bekannten Standorten stammende Exemplare.[2])

Die Untersuchung wurde in folgender Weise ausgeführt.

Zuerst wurden auf einem Querschnitte die Jahresringegrenzen abgezeichnet und die Dicke der Zuwachszonen abgemessen, woraus die mittlere Dicke der jährlichen Zuwachszone ausgerechnet wurde. Dann wurden auf demselben, event. gleich folgenden Querschnitte die möglichst gleichmässigsten Stellen ausgesucht und bei starker Vergrösserung abgezeichnet. Auf den Zeichnungen wurden die Gefässlumina mittelst Millimeterpausepapier ausgemessen und in Procenten der als Einheit genommenen Fläche ausgerechnet. Diese Art der Berechnung birgt keine besonderen Fehlerquellen.

Das Holzparenchym konnte nicht in Rechnung gezogen werden, da es in Perioden, wo es keine Stärke führt, von den mangelhaft verholzten Holzfasern auf Querschnitten gar nicht deutlich zu unterscheiden war. Die Zahlen würden viel zu unsicher ausfallen und mussten weggelassen werden. Nur das Parenchym der Markstrahlen wurde ausgerechnet, während das Holzparenchym mit den Holzfasern zusammen in eine Rubrik gestellt wurden.

In drei Fällen konnte auch die Dicke des Zuwachses nicht festgestellt werden, da man die Jahresringe gar nicht unterscheiden konnte.

---

1) Schlagintweit, Geographie der Alpen. Auf p. 582 sind Zahlen für die Dicke der Jahresringe bei alpinen Weiden angeführt.

2) welche ich zum Theil selbst gesammelt habe, grösstentheils aber der Liebenswürdigkeit der Herrn Prof. Dr. Schröter (Zürich), Prof. Dr. Zacharias (Hamburg), Dr. Raciborski (München), Dr. Jaccard (Aigle) zu verdanken habe.

Das ist bei zwei Exemplaren von Salix serpyllifolia und bei einem von Salix herbacea der Fall.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Untersuchung.

Tabelle VI.

	Höhe in m	Standort	Alter	Mittlere Dicke der Jahresringe in mm	Procent. Zahl der Gefässe im Holze	Procent. Zahl der Markstr.	Holzfasern u. Holzparenchym
Salix hastata	500	München bot. Gart.	3	1,00	17	9	74
	1800	Seiseralp	3	0,37	25	8	67
	1800	Vallis	5	0,15	29	8	63
Salix Myrsynites	0	Hamburg bot. Gart.	4	0,55	9	10	81
		Norwegen	5	0,25	12	8	80
	2000	Vallis	4	0,31	18	7	75
	500	München bot. Gart.	6	0,43	24	11	64
	2000	Oberbach. Kalk	7	0,17	26	12	62
	2100	Vallis	4	0,26	29	7	64
Salix reticulata	500	München bot. Gart.	5	0,54	10	10	80
	2100	Chamossaires (Vallis)	7	0,13	13	7	80
	2300	Albula	42	0,12	23	8	69
Salix retusa	500	München bot. Gart.	2	0,83	20	13	67
	500	„	6	0,30	20	13	67
	0	Hamburg	4	0,30	24	8	68
	2400	Dachsspitze	11	0,20	28	14	58
	2400	Albula	33	0,14	29	8	63
	2100	Chamossaires	5	0,18	33	11	56
	2400	Sano albo	34	0,13	35	12	53
	2000	Pilatus	55	0,15	38	13	49
Salix serpyllifolia	0	Hamburg	2	0,31	18	10	72
	2700	Vallis	? (alt)	?	39	10	51
	2440	Bernina Hospiz	59	0,03	42	12	46
	2400	Sano albo	? (alt)	?	42	12	46
	2500	Vallis	8	0,06	43	7	50
Salix herbacea	500	München	2	0,42	29	13	58
	2200	Vallis	? (jung)	?	30	10	60
	2440	Bernina Hospiz	13	0,11	39	9	52

Aus den gewonnenen Zahlen können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. Der jährliche Holzzuwachs der Alpenweiden ist im Gebirge viel kleiner als in der Niederung und nimmt mit steigender Höhe des Standortes stetig ab.

Es gilt dieses für alle untersuchten Salices ohne Ausnahme.

2. Das Verhältniss der Gesammtzahl der Gefässe zu derjenigen der übrigen Holzelemente wird bei einer und derselben alpinen Salix-Species im Allgemeinen desto grösser, je höher der Standort dieser Salix gelegen ist.

Der erste Punkt ist ohne Weiteres verständlich.

Die Assimilation der Weide ist geringer im Hochgebirge; als Gründe dafür können einerseits die Kleinheit der Blätter, andererseits die kurze Vegetationsperiode angeführt werden.

Was den zweiten Punkt anbelangt, so wissen wir zwar nicht viel über die Kräfte, welche die Wasserbewegung in der Pflanze herbeiführen, aber als Bahnen des Wasserstromes sind fast allgemein die Tracheiden und Gefässe angenommen. Diese sind bei Wasserpflanzen, wo die Transpiration fehlt, stark reducirt. Auch Pflanzen, welche starke Schutzmittel gegen Transpiration besitzen, zeigen eine Reduction des Gefässtheiles der Bündel. Es liegt nun nahe, anzunehmen, dass umgekehrt in Fällen, wo eine Vergrösserung der Gefässzahl eintritt, diese einem stärkeren Wasserstrome in der Pflanze entspricht. Für die Alpenweiden würde diese Auffassung insofern eintreffen, als sie meistens an feuchten Stellen wachsen und keine stark ausgesprochenen Schutzmittel gegen Transpiration besitzen. Die erhöhte Evaporationskraft der Alpenluft (von welcher in der Einleitung die Rede war) begünstigt also bei diesen Weiden eine stärkere Transpiration, die wiederum einen stärkeren Wasserstrom in der Pflanze zur Folge hat. Dieser könnte als Reiz zur Anlage einer grösseren Zahl von Gefässen auf Kosten der übrigen Holzelemente dienen.

Die von R. Hartig[1]) beschriebenen Fällen, wo bei Freistellung der Buchen, also bei Vergrösserung ihrer Transpiration und grösserer Lichtzufuhr, die Gefässe im Jahresringe von 116 auf 268 Mille gestiegen sind, aber gleichzeitig der Gesammtzuwachs des Holzes sich im Verhältnisse von 15,46 l zu 39,54 l vermehrte, wodurch die procentische Zahl der Gefässe im Holze vermindert wurde, haben ihre Erklärung darin, dass bei Freistellung der Bäume zwar die Transpiration vergrössert, aber auch die Bedingungen für bessere Ernährung (mehr Licht, Vergrösserung der Laubkrone, reichlicher Zutritt von mineralischen Stoffen) noch viel mehr begünstigt wurden.

---

1) R. **Hartig** und **Weber**, Das Holz der Rothbuche p. 78.

In den Alpen gehen die Bedingungen für grössere Transpiration gleichen Schrittes mit solchen für schwächere Assimilation, wodurch die Holzbildung nach der in der Tafel dargestellten Art erfolgt.

Schlussfolgerungen.

In der vorliegenden Untersuchung sind nur wenige, hauptsächlich aber hochalpine und dazu mit Ausnahme der Weiden und wenigen anderen, meistens Felsenpflanzen berücksichtigt worden, wesshalb die gewonnenen Resultate nicht über die gesammte Alpenvegetation verbreitet werden können, sondern allein auf die untersuchten Pflanzengruppen beschränkt sein müssen.

Es ist auch im Allgemeinen unmöglich von einem einheitlichen Charakter der Alpenpflanzen, ebensowenig von einem gemeinsamen alpinen Blatttypus und anatomischen Blattbau zu reden, wie schon aus einer Uebersicht der alpinen Saxifragen, wo bei den einzelnen Arten so verschiedene Ausbildung der Blätter gefunden wurde, zu ersehen ist.

Es gibt vielmehr in den Alpen an trockene Standorte angepasste Pflanzen und feuchte Stellen einnehmende Pflanzen, welche auf demselben Berge, selbst auf demselben Niveau vorkommen [1]).

Um ein bestimmtes Beispiel zu geben, will ich hier an das Schlernplateau erinnern, wo der Boden an vielen Stellen nass und sumpfig ist. Gleich nebenan erheben sich trockene Kalkfelsen, wo Saxifragen, Potentilla nitida, Leontopodium alpinum u. a. xerophil ausgebildete Pflanzen wachsen, während auf dem nassen Boden Ranunkeln, Anemonen, Soldanellen, Crocus vernus, Gagea Liotardi, Juncus-Arten, Carices etc. vorherrschen.

Die Verdunstungsverhältnisse an benachbarten Stellen sind sehr ähnlich, aber der Wassergehalt des Bodens ist sehr verschieden und dieser ist hier für die Zusammensetzung der Vegetation entscheidend.

Unter den Felsenpflanzen wurden viele mit ausgesprochenen Schutzeinrichtungen gegen Transpiration gefunden, so: Saxifragen, Primeln, Gentianen, viele Rosettenpflanzen. Die Zahl der Pflanzen mit xerophiler Blattausbildung wird sich noch vergrössern, wenn wir die behaarten Pflanzen und diejenigen mit eingerollten Blättern addiren.

---

1) Den verschiedenen Charakter der Alpenvegetation schildert Christ, Pflanzenleben der Schweiz p. 315—323.

Wenn daher frühere Forscher, Leist und Wagner, bei den Alpenpflanzen keine stark ausgesprochenen Schutzeinrichtungen gegen Transpiration gefunden haben, so beruht diese, meiner Ansicht nach, zu weit gehende Verallgemeinerung darauf, dass sie nur äusserst wenige Felsenpflanzen untersuchten und hauptsächlich bestrebt waren, allgemeine Gesichtspunkte für die Beurtheilung der alpinen Vegetation, ohne Unterschied auf den Standort, herauszufinden.

Die Resultate dieser beiden Forscher hat neuerdings Stenström,¹) ohne neues factisches Material zu bringen, nur auf Grund kritischer Prüfung der bis jetzt veröffentlichten Untersuchungen bestritten. Ich bemerke hier, dass meine Resultate die theoretischen Ansichten Stenström's grösstentheils bestätigen.

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Untersuchung lassen sich folgendermassen kurz zusammenfassen:

1. Die hochalpinen Saxifragen sind als Xerophyten anzusehen.

   Der Schutz gegen Transpiration findet bei ihnen seinen Ausdruck in der Blattgestalt, Orientirung und Zusammendrängen der Blätter in der Rosette, sowie in der stärkeren Ausbildung der Epidermis sammt Cuticula an den am meisten exponirten Stellen des Blattes und in der Bergung der Spaltöffnungen in, im Innern der Rosette befindliche, windstille Räume.

2. Bei den rosettenbildenden alpinen Pflanzen ist die Lage und Richtung der Palisadenparenchymzellen des Blattmesophylls von der Form und Orientirung des Blattes in der Rosette abhängig.

   Es scheint hier folgendes Princip zu herrschen: die Palisadenzellen sind so gerichtet, dass eine möglichst vollständige Durchleuchtung des Blattes ermöglicht wird, ohne dass die Stellung desselben in der Rosette geändert wäre.

3. Bei den hochalpinen Primeln, wo keine starken epidermalen Schutzmittel vorhanden sind, wird die Austrocknungsgefahr durch Schleimabsonderungen in die Intercellularräume vermindert.

   Der Schleim spielt hier die Rolle eines Wasserbehälters. Aehnliches gilt für die Gentianen: G. acaulis und G. imbricata.

4. Der Holzzuwachs der alpinen Weiden nimmt mit der Höhe des Standortes stetig ab. Die procentische Zahl der Gefässe im Holze nimmt mit der Höhe des Standortes zu, was für einen stärkeren Wasserstrom in der Pflanze an höheren als an niedrigen Standorten spricht.

---

1) Stenström, Ueber das Vorkommen derselben Arten etc. Flora 1895.

5. Die bei den Alpenpflanzen vorhandenen Einrichtungen zur Verminderung der Transpiration finden ihre Erklärung in dem, für das hochalpine Klima charakterischen, raschen Wechsel der relativen Feuchtigkeit, deren Maxima zuweilen sehr niedrig herabsteigen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. K. Goebel, unter dessen Leitung ich im Laboratorium des hiesigen pflanzenphysiologischen Institutes die vorliegende Arbeit ausgeführt habe, spreche ich hier für die vielseitige Anregung und Unterstützung mit Material und Litteratur meinen verbindlichsten Dank aus.

Ich benütze auch die Gelegenheit, um Herrn Dr. Raciborski, Assistent am hiesigen Institute, meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die rege Theilnahme, mit welcher er mir bei meinen botanischen Studien entgegengekommen ist.

München, 4. März 1896.

Ein deutsches Coenogonium.

Von

Dr. Hugo Glück.

(Hierzu Tafel VII und 16 Textabbildungen.)

Die Flechte Coenogonium wird mit Rücksicht auf ihren Apotheciumbau von den neueren Lichenologen in eine den Discolichenes angehörige Familie (Coenogonieae) gestellt, die derjenigen der Lecideae Wainio (pag. XXVIII) benachbart ist und nur diese eine Gattung enthält; ihr Thallus ist rundlich, fädig und verzweigt. So viel ich den Lichenes exotici Nylander's und einer schriftlichen Mittheilung des Herrn Prof. J. Müller in Genf entnehmen konnte, sind bis jetzt 34 Species von Coenogonium beschrieben; davon sollen jedoch mehrere nach den Untersuchungen Hariot's (l. c. III pag. 373, 374, 386, 396, 403 und IV pag. 52) zu den Algen (speciell zu Trentepohlia Mt.) gehören. Coenogonium hat seinen Hauptverbreitungsbezirk in tropischen und subtropischen Gegenden, reicht jedoch auch bis in die gemässigten Zone der südlichen Hemisphäre herab; für Europa und somit auch für Deutschland war bis jetzt kein Vertreter dieser Gattung bekannt. Es ist jedoch auch in unserem gemässigten Klima Deutschlands diese exotische Pflanzengattung in einer Species vorhanden, die ich im Folgenden als C. germanicum neu beschreiben werde. Die Ursache, wesshalb sich diese Flechte bisher dem Auge des Lichenologen entzogen hat, liegt wohl darin, dass sie mit unserem Cystocoleus rupestris eine grosse Aehnlichkeit in Gestalt und Farbe besitzt. Wie ich gleich jetzt betonen will, liegt zwischen Coenogonium und Cystocoleus ein genereller Unterschied in der Beschaffenheit der zugehörigen Alge; diese besteht bei Cystocoleus aus einer Cladophora, bei Coenogonium aber wird die Alge von einer Trentepohlia (= Chroolepus) gebildet.

Standortsbeschaffenheit und Wuchsform. Coenogonium g. bildet ähnlich wie Cystocoleus rupestris[1]) schwarze, weiche Räschen; diese erreichen bei ersterer eine Höhe von 2—4 mm, bei letzterer dagegen werden sie doppelt so hoch. Coenogonium g. hat stets kieseliges Gestein zur Unterlage und liebt feuchte und schattige Standorte; am schönsten und üppigsten fand ich die Flechte an einem

---

1) Das von mir untersuchte Material war zum Theil von Herrn Prof. Dr. W. Zopf in der sächsischen Schweiz gesammelt, zum Theil von mir auf der Teufelsmauer bei Blankenburg im Harz.

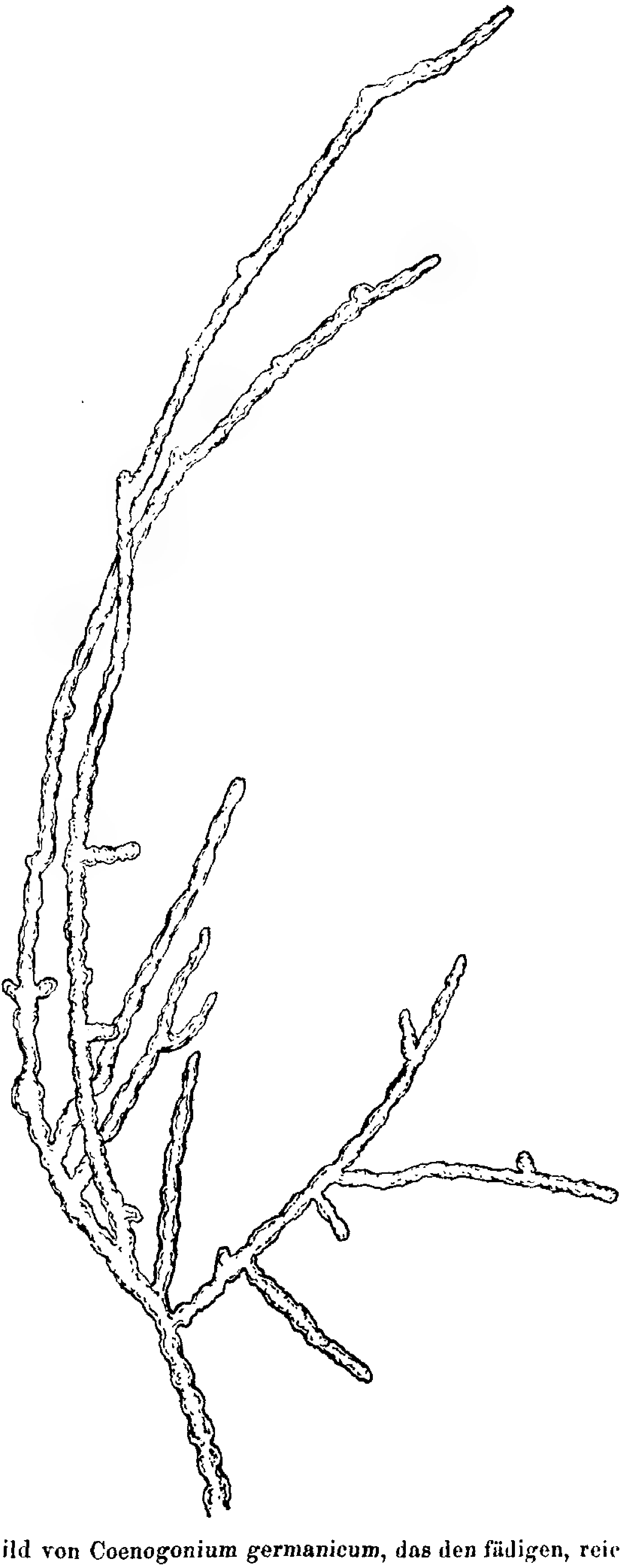


Fig. 1. Habitusbild von *Coenogonium germanicum*, das den fädigen, reich verzweigten und gegliederten Thallus darstellt, aus dem Zeitzgrunde bei Jena. 240 mal vergr.

dicht über dem Wasser befindlichen Felsen im Zeitzgrunde bei Jena; daselbst überzog sie eine ca. 1¹/₂ qm grosse Fläche. In der Regel werden diese schwarzen Coenogoniumräschen, was auch für Cystocoleus gilt, von dem weissen, sterilen Thallus einer fremden Flechte (jedenfalls Lepraria latebrarum) stellenweise bedeckt.

Die Verzweigung ist bei Coenogonium g. (Fig. 1) eine einfache, monopodiale; an dem sehr feuchten Jenenser Standorte, wo sich die Pflanze sehr kräftig entwickelt, sind die Aeste lang, häufig gebogen, aufrecht, sparrig oder wagrecht abstehend (Fig. 1). Die Verzweigung von Cystocoleus ist ganz ähnlich (Fig. 3). Neben aufrechten Aesten kommen auch hier fast rechtwinkelig abstehende vor. Einen etwas anderen Habitus zeigt das von mir bei Blankenburg im Harz gesammelte Coenogonium g. (Fig. 2). Diese Modification findet in der Beschaffenheit des Standorts ihre biologische Erklärung. Die auf der „Teufelsmauer“ bei Blankenburg gelegene Localität ist verhältnissmässig sehr trocken, wenn auch schattig; die Pflanze erreicht infolge dessen hier nur eine Höhe von höchstens 2 mm; die Aeste, die hier etwas dicker erscheinen, können sich nur zu sehr geringer Länge entwickeln und verleihen der Pflanze ein knorriges Aussehen; solche Exemplare sind mir bei Cystocoleus r. bis jetzt noch nicht zu Gesicht gekommen. Was die Wuchsform exotischer Coenogonien anbelangt, so ist diese ebenfalls rasig bei dem aus Neuseeland mir vorliegenden C. implexum Nyl., das auf Baumrinden wächst und aufrechte, bogig aufsteigende Aeste hat. Dagegen zeigt das C. sp.[1]) (gesammelt von Prof. K. Goebel bei Cumbre de St. Hilario eine blattartige Ausbildung des Thallus Tab. VI Fig. 10). Die

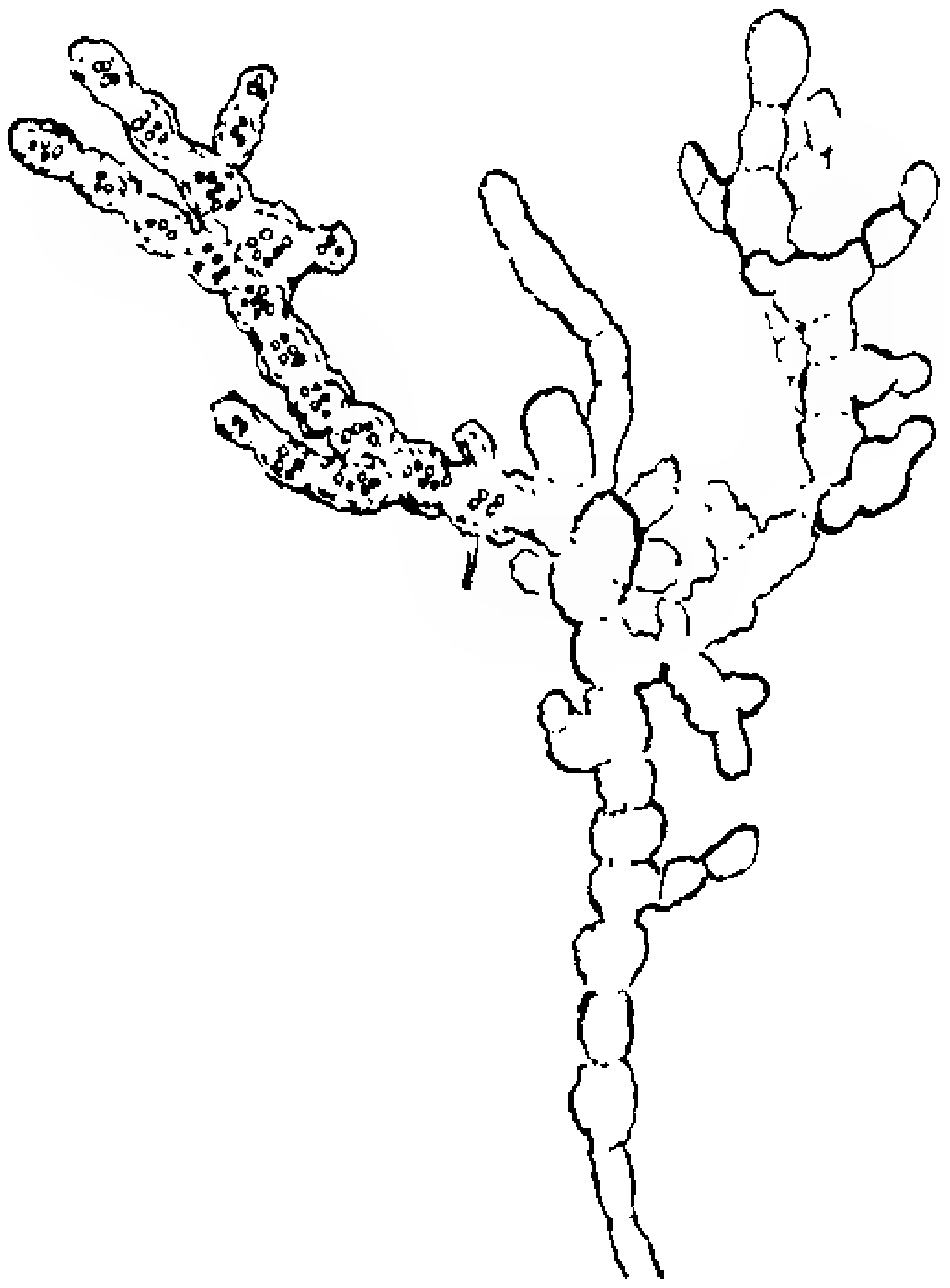


Fig. 2. Coenogonium germanicum. Habitusbild eines kleinen, knorrig verzweigten Thallus, dessen zwergige Form durch den trockenen Standort erzeugt wurde. Nur in dem links oben liegenden Aestchen sind die Oberflächenbeschaffenheit und die Carotinöltröpfchen mit angedeutet. 240 mal vergr. Von Blankenburg im Harz.

---

[1]) Da ich dieses Coenogonium mit keiner der bisher beschriebenen Arten identificiren konnte, so füge ich hier noch einiges zur Charakterisirung dieser Art bei: Thallus halbkreisförmig, flach ausgebreitet, grünlich. Apothecien den

Thallusäste finden sich hier ganz ähnlich wie bei dem in Fig. 4 dargestellten C. Leprieurii Mont. verzweigt; mit ihren complicirten Verzweigungssystemen breiten sie sich in einer horizontalen Fläche in radialer Richtung aus;

Aesten seitlich ansitzend; bis zu 1 mm breit, mit röthlicher Scheibe und weissem Rand. Asci cylindrisch, oben etwas verjüngt, bis 64 μ lang und 3,8 μ dick. Sporen durch eine mediane Querwand zweizellig, elliptisch, an den Polen stumpf, 5,7—7,6 μ lang und 2,25 μ dick. Paraphysen aus cylindrischen Zellen bestehend (wie sich durch Behandlung mit Jod-Jod-Kali zeigt), tief unten wenig verzweigt; an den die Asci überragenden Spitzen keulig (nicht kopfig) angeschwollen; bis 5 μ dick, und die keulige Endzelle bis 3 μ dick. Thallusäste reichlich verzweigt, in einer horizontalen Ebene sich ausbreitend und zum Theil strangartig mit einander verklebend, cylindrisch, 8,4—11,2 μ dick; die Alge besteht aus cylindrischen Zellen, die 4,2—5 μ dick und 12,5—28 μ lang werden; die Hyphen bedecken die Alge vollständig und sind 4—5 μ dick. Sollte es sich hier um eine ganz neue Species handeln, so möge diese nach ihrem Entdecker C. Goebelii heissen. Im übrigen verweise ich auf den obigen Text und auf die betr. Figuren.

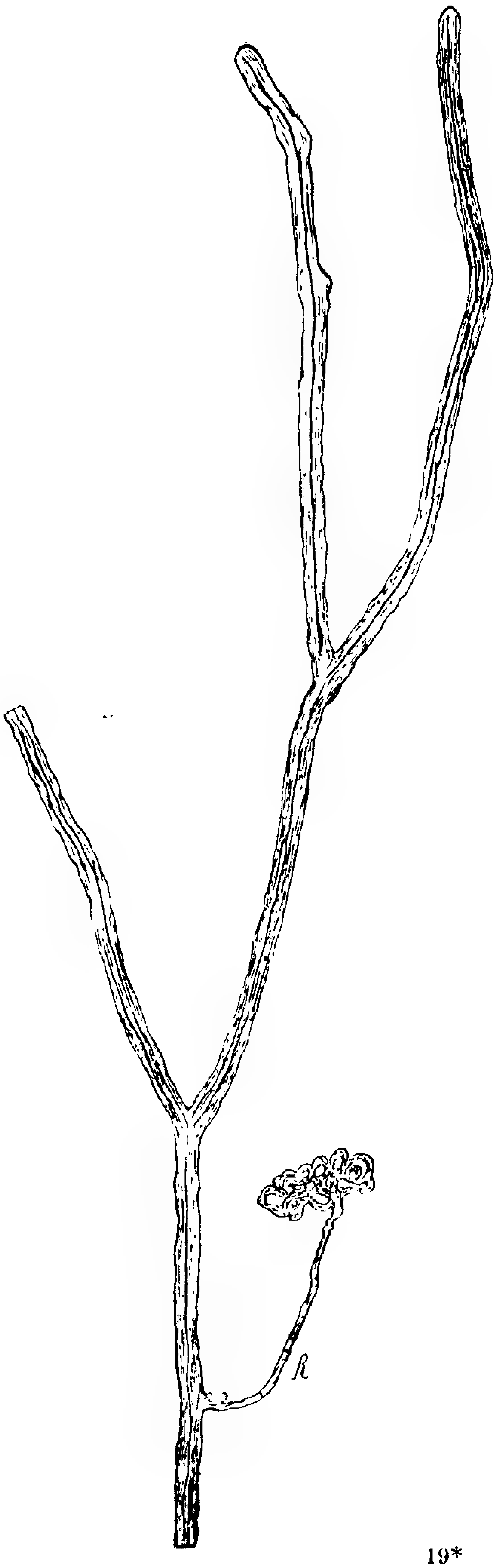


Fig. 3. Cystocoleus rupestris Thwt. Habitusbild des einfach verzweigten Thallus; *R* stellt ein Rhizoid dar, das an seiner Spitze sich verzweigt und mit seinen Aesten mehrfache enge Windungen macht. 240 mal vergr.

desshalb lässt auch der in Fig. 10 (Tab. VII) dargestellte Thallus eine radiäre Streifung erkennen, ausser dieser ist noch eine concentrische Zonenbildung am Thallus zu beobachten. Diese zeigt einen periodischen Zuwachs des Thallus an. Ganz ähnlich ist die Wuchsform des Thallus von Coenogonium andinum Karsten (H. Karsten Tab. II Fig. 1) und von C. Linkii, das Reincke (pag. 109) abbildet.

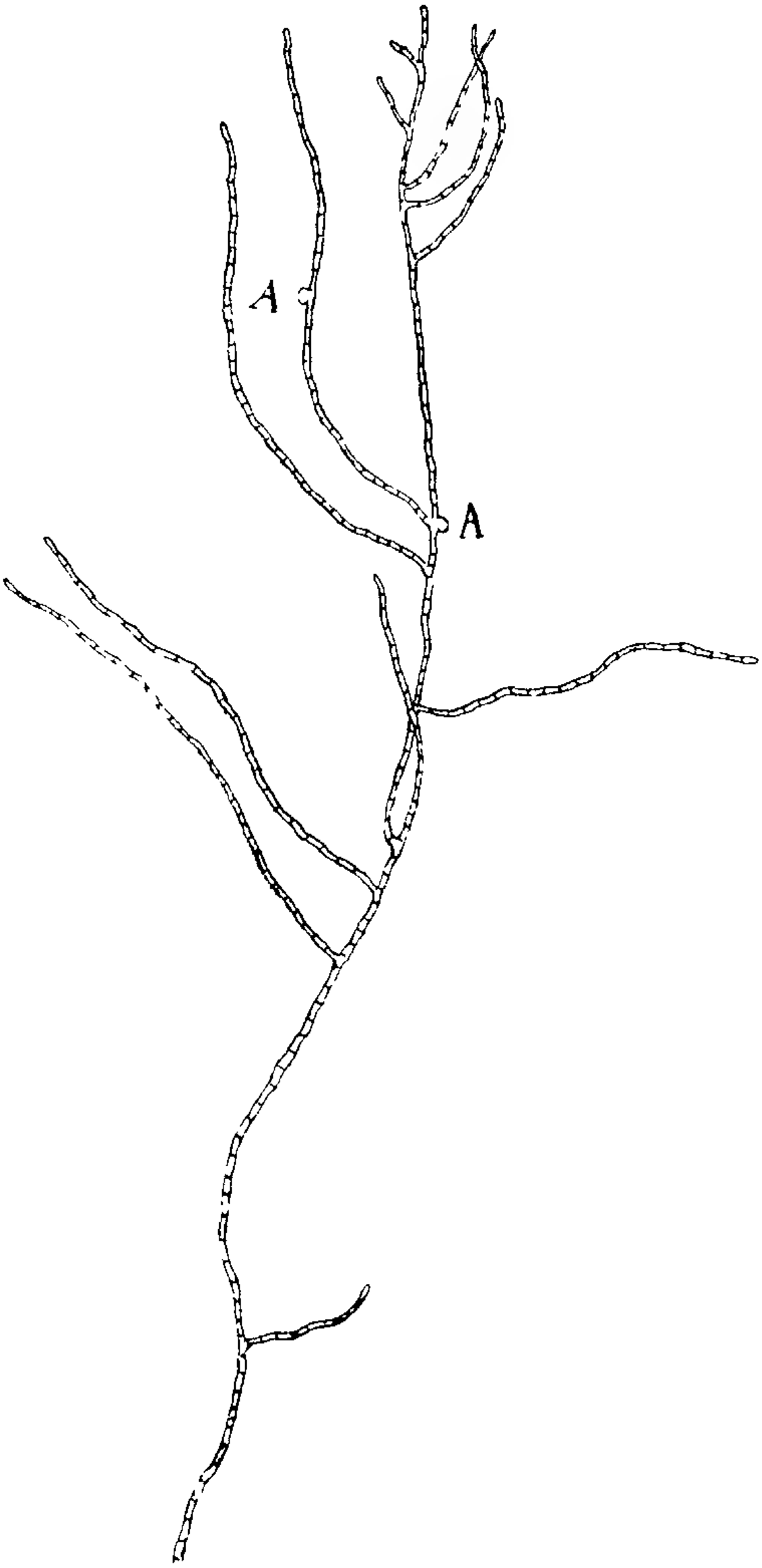


Fig. 4. Coenogonium Leprieurii Mont. Ein Thallusstück, welches die reichliche Verzweigung veranschaulicht, mit einigen noch ganz jungen Apotheciumanlagen *A*. 16 mal vergr. Aus Peru.

Der Thallus von Coenogonium germanicum besitzt eine dunkel schwarzbraune Farbe und seine Aeste eine Dicke von 11—28 μ; in den meisten Fällen erscheint er gegliedert (Fig. 1 und 2); es entspricht dann je ein Glied je einer Zelle der eingeschlossenen Trentepohlia; jedes Glied ist entweder ebenso lang als breit, und dann annähernd kugelig (so häufig im unteren Theil der Pflanze) oder es ist 2—3mal so lang als breit (so meistens an den Aesten); freilich verwischt sich auch stellenweise diese Gliederung. Der Thallus von Cystocoleus r. hingegen (Fig. 3 im Text) besitzt nie eine ähnliche Gliederung; seine Farbe erscheint ebenfalls tief schwarzbraun und seine Dicke kommt derjenigen von C. germanicum gleich. Bei dem exotischen Coenogonium Leprieurii Mont. und C.

sp. ist der Thallus grünlich gefärbt, und die Gliederung der Thallusäste ist nur schwach angedeutet (Tab. VII Fig. 9); bei C. confenvoides Nyl. (Bornet Tab. VIII Fig. 2—4) und C. implexum Nyl. sieht man jede Gliederung verschwunden.

Anatomische Beschaffenheit des Thallus. Hier kommt einmal die Alge und ferner der Flechtenpilz in Betracht. Die Algen von Coenogonium und diejenige von Cystocoleus gehören beide der Familie der Cladophoreen an; und zwar ist die von Coenogonium stets eine Trentepohlia (= Chroolepus), diejenige von Cystocoleus aber ist eine Cladophora. Ein wesentlicher Unterschied beider Algengattungen liegt im Zellinhalt; die Trentepohliazellen enthalten neben den schon frühzeitig verschwindenden Chromatophoren stark lichtbrechende Oeltröpfchen, welche orange oder roth gefärbt sind und der ganzen Pflanze eine ebensolche Farbe verleihen; letztere wird durch das im Oel gelöste Carotin verursacht, wie Zopf's Untersuchungen zeigten (Beiträge Heft I pag. 30 u. ff). Die Zellen von Cladophora dagegen sind durch die bleibenden Chromatophoren stets grün, und führen niemals karotinhaltiges Oel. Diese charakteristischen Oeltröpfchen sind denn auch in jeder noch lebenskräftigen Zelle von Coenogonium germanicum mit Leichtigkeit zu beobachten. Die Fig. 3 (Tab. VII) stellt einige noch jugendliche Zellen eines Thallusastes von Coenogonium g. dar; das karotinhaltige Oel ist hier erst in geringer Menge neben den noch gut entwickelten grünen Chromatophoren zu sehen. Letztere sind hier durch Contraction entwas entstellt, da das Object zum Zwecke der Aufhellung längere Zeit in verdünntem Glycerin gelegen hat. Am überzeugendsten jedoch sprechen für das Vorhandensein einer Trentepohlia im Coenogonium g. solche Stellen am Thallus, an denen die Alge selbst aus der Flechte herausragt, was die in Fig. 4 (Tab. VII) dargestellte Astspitze eines noch lebenden Thallus deutlich zeigt. Die Scheitelzelle der Alge ist an ihrer Spitze noch vollständig frei und erst an der Basis von Hyphen umsponnen. Derartige Stellen finden sich aber nur sehr selten; Bornet beschreibt einen ganz ähnlichen Fall bei Coenogonium confervoides Nyl. (l. c. p. 62 Tab. 8 Fig. 4). Das karotinhaltige Oel ist zunächst in Gestalt winziger, sehr zahlreicher Tröpfchen vorhanden (Fig. 4), die erst später zu grösseren Tropfen zusammenfliessen, wie sie Fig. 3 darstellt; alte Zellen finden sich von diesen Oeltropfen meist ganz erfüllt.

Bei Coenogonium und Cystocoleus gibt der Thallus den Habitus der eingeschlossenen Alge in rohen Zügen wieder; doch kann man sich erst dann ein gutes Bild von letzterer durch künstliche Isolirung aus dem Thallus verschaffen. Da sich auf rein mechanische Weise die Alge nicht freilegen liess, so kam ich durch Anwendung verschiedener Reagentien folgendermassen zum Ziel.

Ca. 5 ccm 1proc. Chromsäure, versetzt mit einigen Tropfen concentr. Schwefelsäure, liess ich 1—2 Tage lang auf kleine Proben der Flechte einwirken; diese verlor dadurch ihre dunkle Farbe und wurde weisslich und durchsichtig. Die Flechtenhyphen fielen dann von der Alge schon durch den leisen Druck des Deckglases als glashelle Zellfäden ab. Da diese Behandlungsweise die Flechte mürbe und gebrechlich macht, so erhält man stets nur Fragmente der Trentepohlia, die bestenfalls aus 10—20 Zellen bestehen; im Uebrigen aber wird weder die Gestalt noch die Membran der Algenzellen irgendwie verändert. Für Coenogonium g. und Cystocoleus r. habe ich beidemale dieses Verfahren mit gleich günstigem Erfolg angewendet. Die in Fig. 5—7

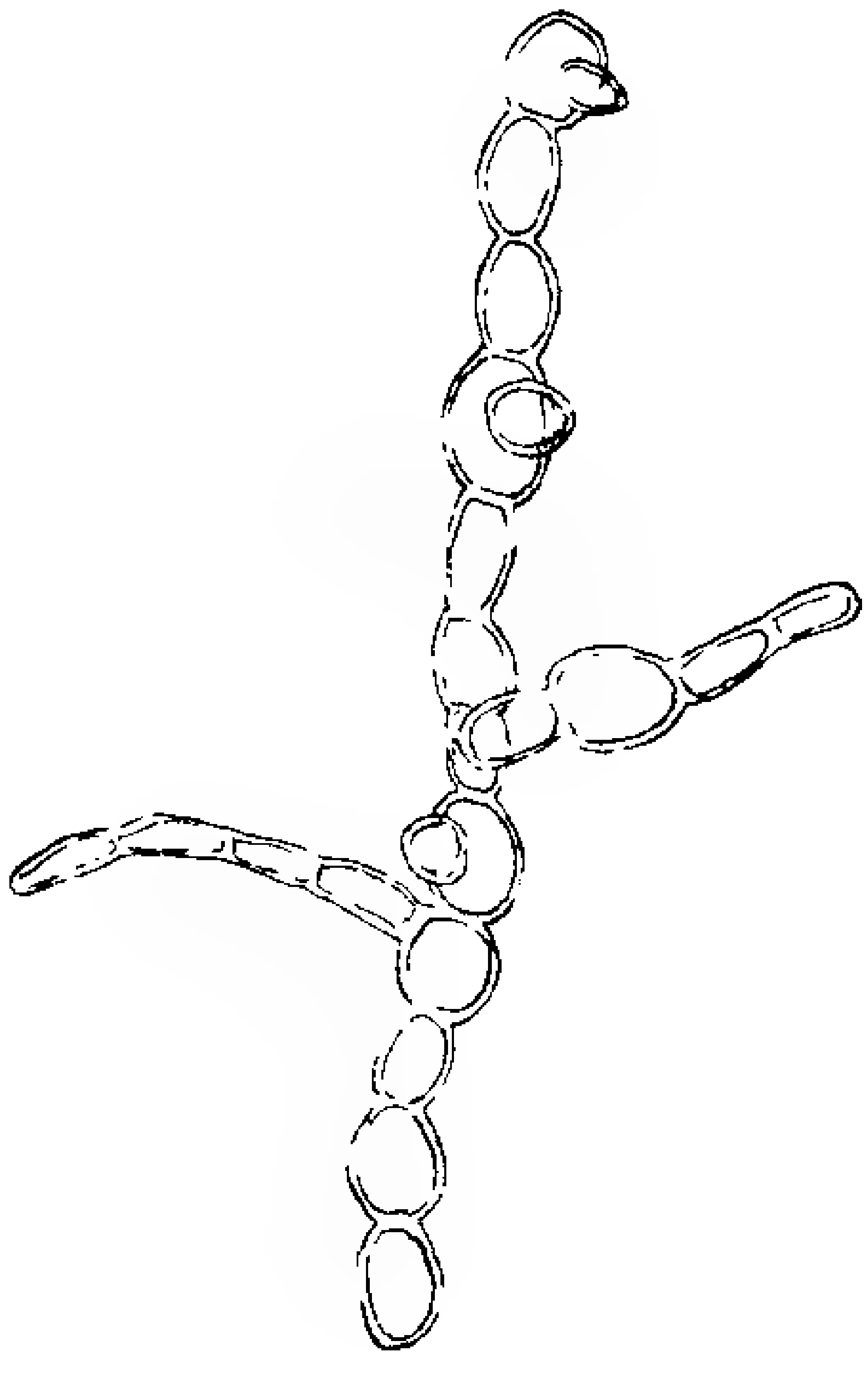


Fig. 5.

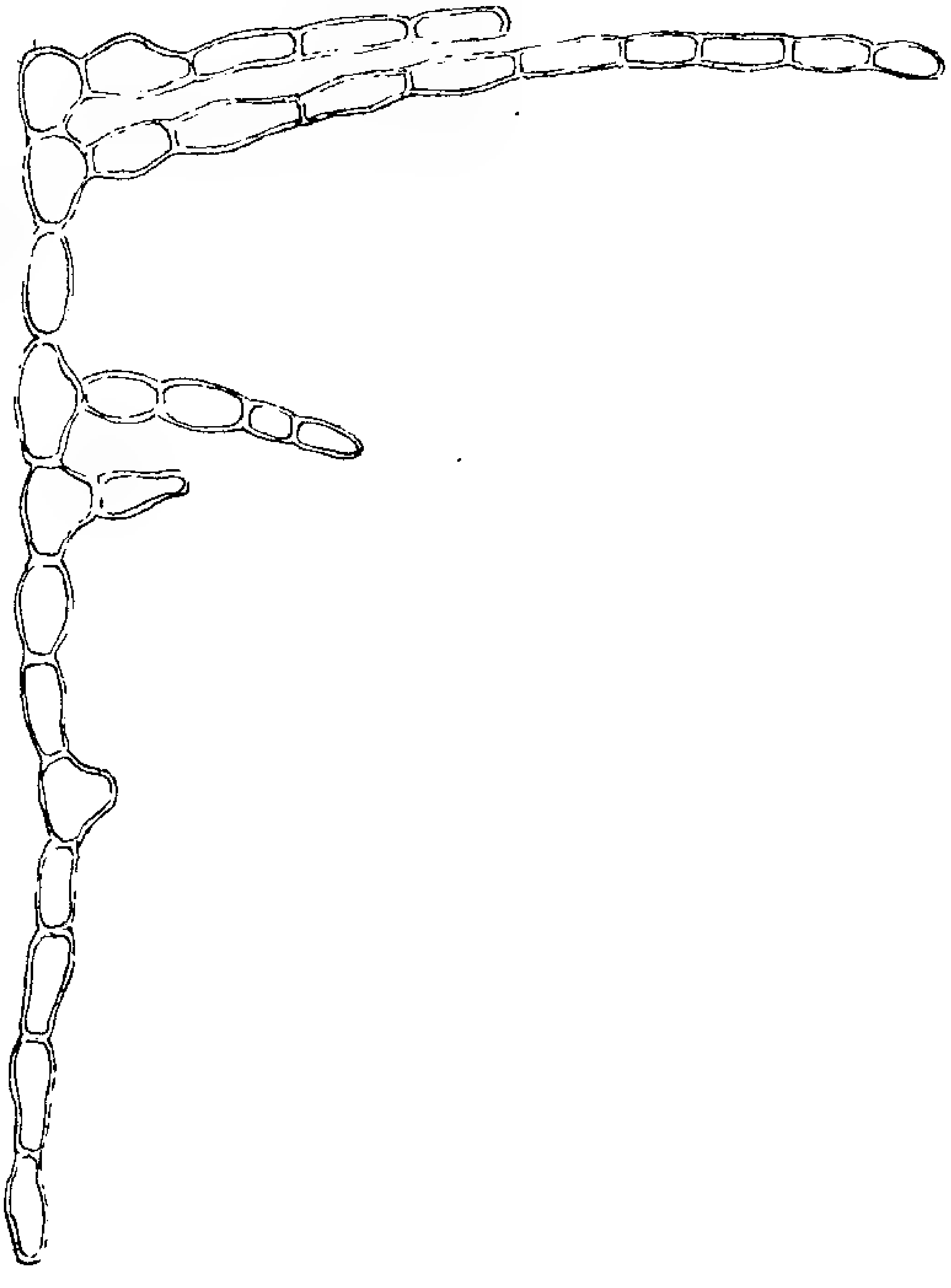


Fig. 6.

Fig. 5 u. 6. Fragmente der aus dem Thallus von Coenogonium germanicum künstlich isolirten Trentepohlia; diese ist mit der in Fig. 8—10 dargestellten freilebenden Trentepohlia germanica zu vergleichen, mit der sie im Wesentlichen identisch ist. Beides 450mal vergr.

dargestellten Algenfragmente von Trentepohlia und Cladophora wurden auf diese Weise freigelegt. Die Unterschiede, die ich schon oben für die Thalli von Coenogonium g. und Cystocoleus r. festgestellt habe, kommen beim Vergleich der Algen beider wieder zum Ausdruck; während nämlich die Zellen der cladophoraartigen Alge aus Cystocoleus stets cylindrisch sind, und kaum eine seichte Einschnürung an den Querwänden erkennen lassen (Fig. 7), ist die aus Coenogonium g. isolirte Trentepohlia durch elliptische und oft bauchig angeschwollene, fast kugelige Zellen ausgezeichnet (Fig. 5 und Fig. 6); nur die Thallusäste letzter Ordnung bestehen bei dieser Trentepohlia häufig aus cylindrischen Zellen. Die Länge der aus Coenogonium g. isolirten Trentepohliazellen beträgt 11—34 μ, und ihre Breite 5,5—17 μ.

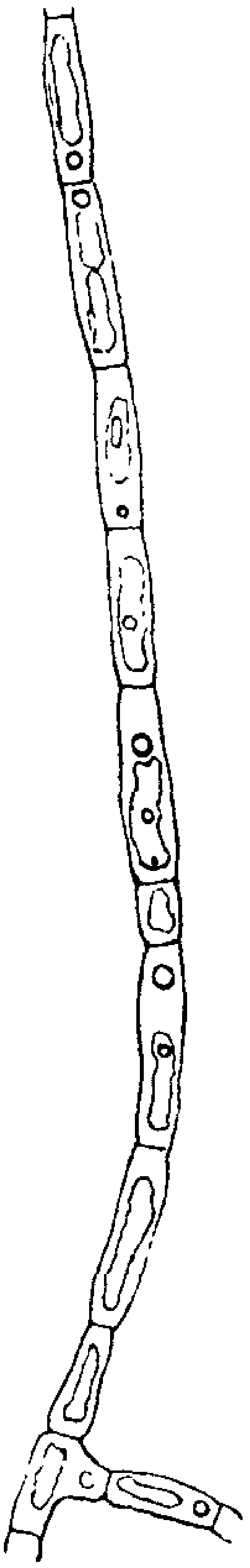


Fig. 7. Ein Fragment der künstlich aus dem Thallus von Cystocoleus r. isolirten Alge (Conferva). Die einzelnen Zellen schliessen noch verschiedene Inhaltsrudimente ein. 450mal vergr.

Die frei lebende Alge von Coenogonium germanicum.

An dem schon erwähnten Jenenser Standort fand ich an 3—4 verschiedenen Stellen in nächster Nachbarschaft der Flechte eine Trentepohlia vor, die kleine bis 2 mm hohe Räschen von orangerother Farbe bildete; zum Theil war sie so eng mit der Flechte vergesellschaftet, dass derartige Stellen eine schmutzig braungelbe Farbe zeigten. Angesichts dieser Thatsache drängte sich mir der Gedanke auf, dass diese frei lebende Trentepohlia mit der vom Coenogonium eingeschlossenen identisch sein möchte; die mikroskopische Untersuchung bestätigte meine Vermuthung. Die frei lebende Trentepohlia zeigte nämlich eine sehr grosse Aehnlichkeit mit der auf obige Weise aus Coenogonium g. isolirten Alge. Da ich diese frei lebende Trentepohlia mit keiner der bisher beschriebenen Arten identificiren konnte, so mag sie in Uebereinstimmung mit der zugehörigen Flechte T. germanica heissen. Sie bildet kleine orangerothe Räschen bis 2 mm Höhe; die Pflanze ist reichlich verzweigt und ihr Habitus sehr verschiedenartig (Fig. 8—10). In der Regel gehen von einer dem

Substrat anliegenden, mehr oder minder verzweigten Hauptachse (Fig. 9 *a*—*a*) aufrechte Aeste *b* ab. Erstere besteht aus kräftigen, bauchig angeschwollenen, zum Theil kugeligen Zellen, mit denen nur hier und da cylindrische abwechseln. Diese Zellen der Hauptachse sind 7—16,8 μ dick und 12,6—21 μ lang. Die Aeste dagegen erscheinen aufrecht, bogig gekrümmt oder verschiedenartig hin und her gebogen (Fig. 8 *A*; Fig. 9 *b*; Fig. 10). Die Zellen der Seitenachsen sind fast durchgehends cylindrisch und häufig mehrmals länger als breit (Fig. 9 *b*); nur hier und da finden sich elliptische oder kugelige Zellen (Fig. 8 *A a*). Die Dicke der Astzellen beträgt 5,6—9 μ und ihre Länge 9,8—35,6 μ.

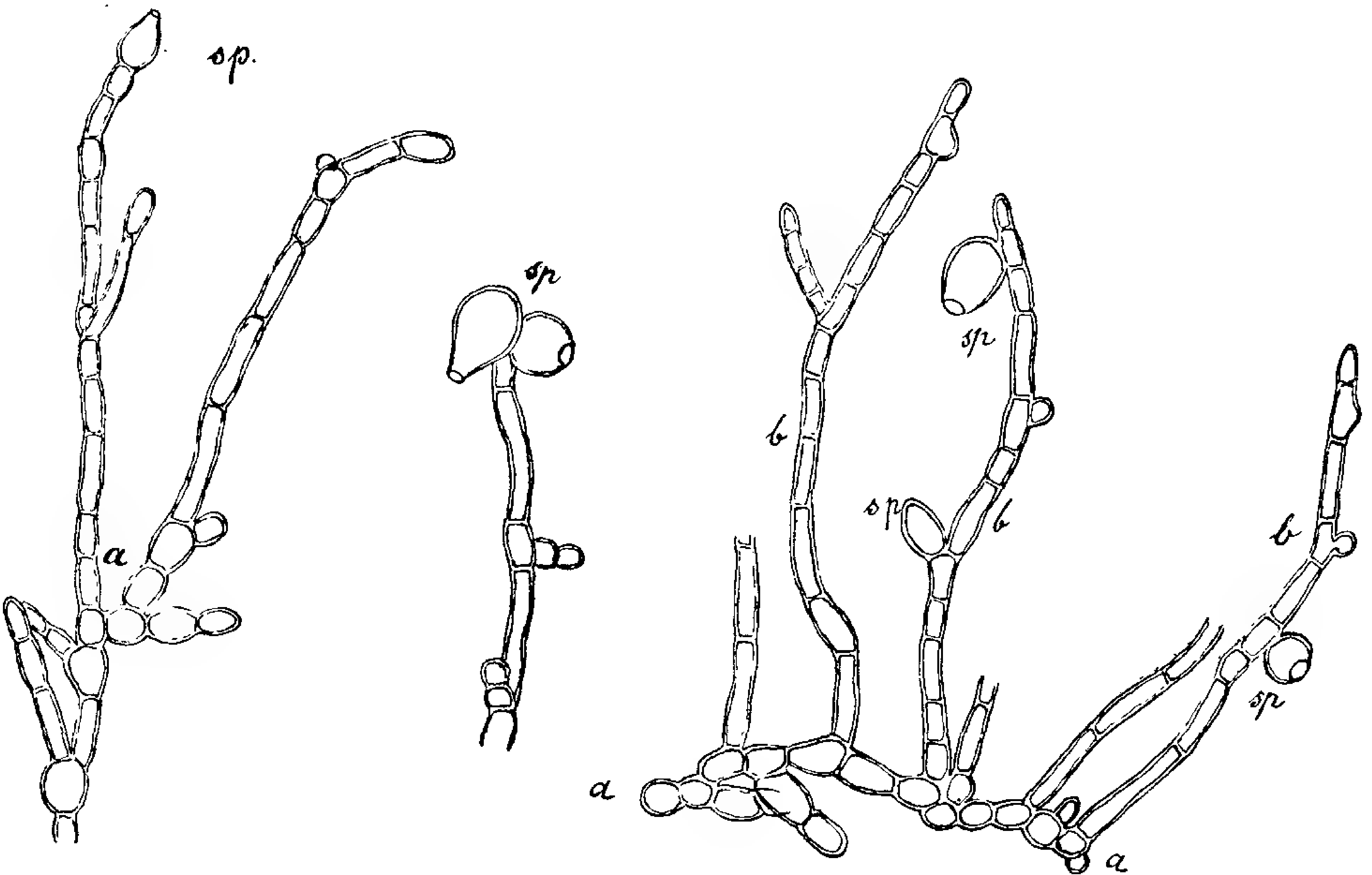


Fig. 8 *A*. Fig. 8 *B*. Fig. 9.

Fig. 8 und 9. Verschiedenartige Habitusbilder von Trentepohlia germanica Glück. Der linke Ast von Fig. 8 *A* trägt ein kleines entleertes Sporangium; 8 *B* stellt ein Thalusästchen mit 2 sehr grossen ebenfalls entleerten Sporangien dar. In Fig. 9 ist eine deutlich entwickelte Hauptaxe *a*—*a* zu sehen, die aus kurzen, angeschwollenen Zellen besteht und die verbogenen, verticalen Seitenäste *b*—*b* trägt; der mittlere Thallusast trägt im mittleren Theil ein noch unreifes Sporangium. Fig. 8 und 9 sind 450mal vergr.

Zoosporangien von Trentepohlia g. sind nicht selten; und zwar trifft man sie fast durchweg nur an den Seitenästen; entweder sitzen sie seitlich (Fig. 9 *sp*) oder terminal (Fig. 8 *A sp*); meistens einzeln, seltener zu zweien, und dann stets an der Spitze eines Astes (Fig. 8 *B sp*). Ihre Gestalt ist birn- oder eiförmig (Fig. 9 *sp*), selten kugelig; ihre Breite beträgt 11,2—22,4 μ und ihre Länge 18—28 μ; jedes Sporangium öffnet sich oben mit einem runden Loch.

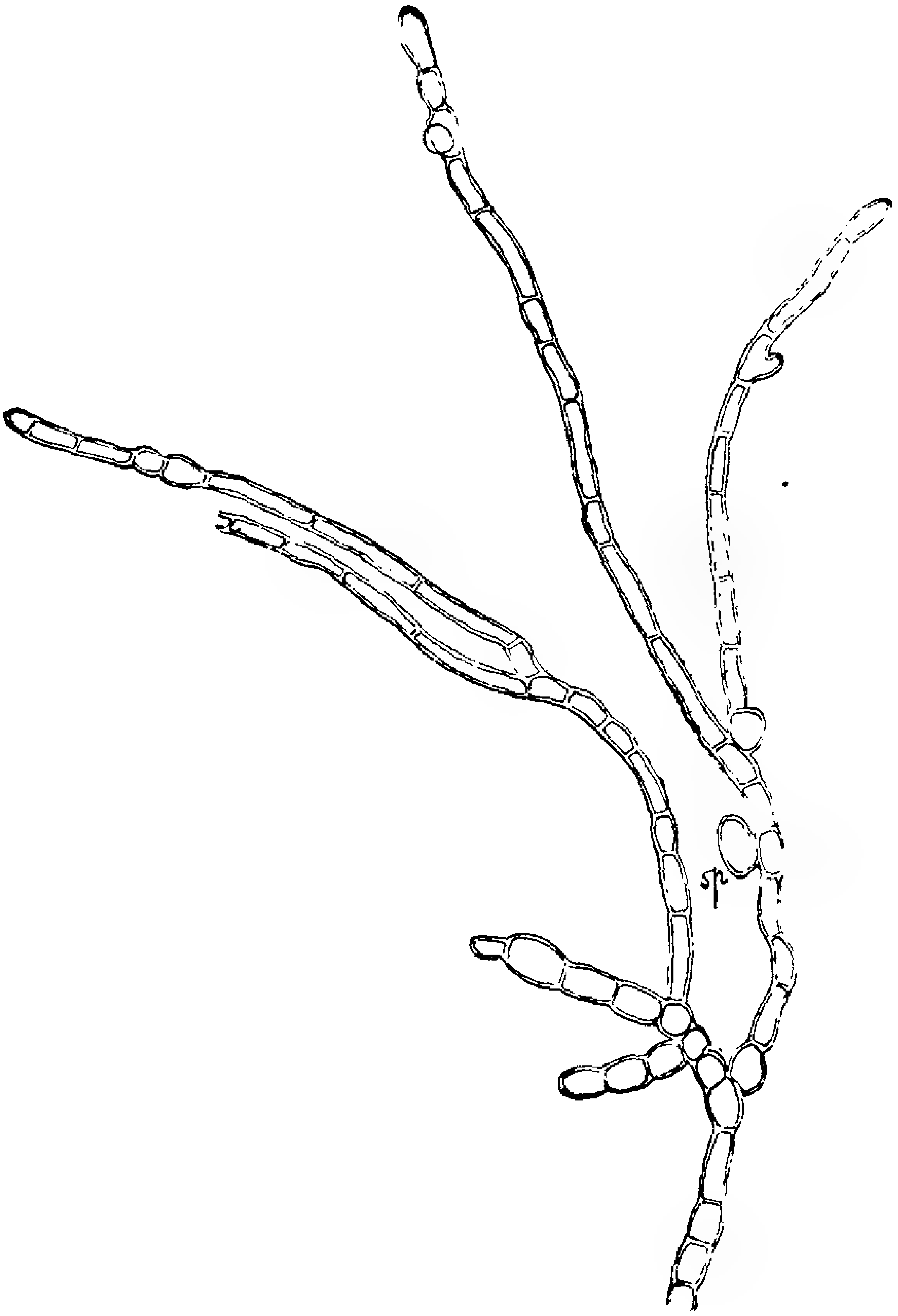


Fig. 10. Trentepohlia germanica G. Ein reich verzweigter Thallus mit schlanken, stark verbogenen Aesten; mit sp. ist ein noch nicht entleertes Sporangium bezeichnet. Der Zellinhalt ist weder in dieser noch in den zwei vorhergehenden Figuren mit angedeutet. 450mal vergr. Von Jena.

Trentepohlia g. steht unter den bisher beschriebenenen Species der T. unicinata Gobi (l. c. pag. 129 Tab. XVII Fig. 15—31) am nächsten, unterscheidet sich jedoch von dieser durch die Gestalt des Sporangiums und das Fehlen einer keulig angeschwollenen Basalzelle (= Subsporangialzelle Gobi's), welche das Sporangium trägt, und schliesslich ist T. g., wie mir scheint, bedeutend kleiner als T.

uncinata; leider fehlt bei Gobi jede Maassangabe. Nach den von Wildeman gemachten Beobachtungen (l. c. I p. 79 und II p. 137) dürfte der keuligen Subsporangialzelle der T. uncinata kaum ein systematischer Werth beizumessen sein, da eine ähnlich gestaltete Zelle als Träger des Zoosporangiums auch gelegentlich bei anderen Arten (aurea, abietina) vorkommen und das Produkt einer feuchten Atmosphäre sein soll. Demnach wäre T. germanica nur eine Varietät der T. uncinata. Letztere aber mit Wildeman und Hariot (III pag. 368) nur als eine Form von T. aurea aufzufassen, scheint mir nicht gerechtfertigt zu sein.

Der Vollständigkeit halber führe ich hier noch diejenigen Trentepohlia-Arten auf, die in den bekannten floristischen Werken Rabenhorst's und Kützing's nicht beschrieben sind und die für Deutschland und Oesterreich inzwischen noch aufgefunden wurden; dahin gehören:

1. T. uncinata Gobi (l. c.), die ich eben näher erwähnte und die bei (St. Petersburg und) Prag (Hariot III pag. 369) gefunden wurde.
2. T. subsimplex Caspary (l. c. pag. 152 und 153 Tab. IV Fig. 2—6) wird wohl mit Recht von Hariot (IV pag. 86) als Form von T. aurea angesehen.
3. T. arborum C. Agardh wurde von Lagerheim bei Wien gefunden (Hariot III pag. 384).
4. T. maxima G. Karsten, nur aus dem Kaiserstuhl i. B. bekannt (G. Karsten, pag. 8 Tab. I Fig. 4—10).

T. megalorrhynchium Itzigsohn (Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, Sitzungsbericht 1867, pag. 31) ist nur dem Namen nach bekannt. Von diesen vier Arten ist keine mit T. germanica identisch.

Es muss nun aber eigens hervorgehoben werden, dass die im Flechtenthallus eingeschlossenen Algensysteme von Trentepohlia erheblich grösser werden als die frei lebenden, und zwar 2—3mal so hoch; dementsprechend zeigen auch die Zellen der ersteren etwas grössere Dimensionen. In diesen Erscheinungen kommt jedoch, wie man wohl mit Recht annehmen darf, nur die Aeusserung eines Reizes zum Ausdruck, den der Flechtenpilz auf die Alge ausübt.

Was nun die Gestalt der freilebenden Alge exotischer Coenogonien anlangt, so ist hierüber nur wenig Sicheres bekannt; dass auch hier, ähnlich wie bei Coenogonium g., die Alge denselben Habitus wie die zugehörige Flechte besitzt, ist ohne Weiteres zu erwarten. Hariot, der, wie schon oben erwähnt, eine Reihe von Coenogonien zu Trentepohlia stellt und ebenso Wildeman (observations pag. 139 und 141) haben vielleicht in einigen Fällen die Alge der ähnlich gestalteten Flechte vor sich gehabt. Eine Verkennung der Flechtennatur ist gerade hier bei Coenogonium leichter als anderswo möglich. Dies gilt besonders von sterilen Exemplaren, die längere Zeit im Herbarium gelegen haben; der Flechtenpilz ist dann nur noch durch Anwendung geeigneter Reagentien sowie an Thallusquerschnitten aufzufinden. Letztere scheinen weder von Hariot noch von Wildeman hergestellt worden zu sein. Die Gestalt der Trentepohliazellen exotischer Coenogonien ist annähernd cylindrisch bei C. Leprieurii Mont. (Tab. VII Fig. 9); völlig cylindrische Algenzellen haben C. sp. C. confervoides Nyl. (Bornet l. c.), C. implexum Nyl. (Observations pag. 92, T. XII, Fig. 20), C. Linkii Ehrenbg. (Schwendener, Tab. XXIII, Fig. 20) und C. andinum Karsten (l. c.).

Der Flechtenpilz. Bei Coenogonium und Cystocoleus fügt sich eine Anzahl Hyphen zu einem lückenlos zusammenschliessenden Mantel zusammen. In Zahl, Dicke, Verzweigung und Verlauf sind die Hyphen dieser drei Arten verschieden. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei Cystocoleus r. (Fig. 11 und 12); hier schliessen sich nur 4—5 ziemlich gerade Hyphen zu einem engen Cylinder um die Alge zusammen. Infolge des von den Hyphen auf die Alge ausgeübten Druckes wird diese prismatisch abgeplattet und erscheint im Querschnitt 4—5eckig (Fig. 11); das gleiche gilt von Cystocoleus ebeneus Thwaites, wie aus De Bary ersichtlich ist (Morphologie pag. 441, Fig. 176*a*—*e*). Bei Coenogonium sp. sind es 7—11 Hyphen (Fig. 13 und 15), welche die Alge umschliessen. Sie zeigen viele kleine wellenartige Biegungen, sind im übrigen aber denen von Cystocoleus ganz ähnlich. Bei Coenogonium g. sind es 12 und mehr Hyphen, welche die Trentepohlia einschliessen (Fig. 16). Dieselben zeigen jedoch hier nur selten und dann immer nur stellenweise einen ähnlichen geraden oder nur schwach welligen Verlauf, wie in den eben beschriebenen Fällen; eine derartige Stelle ist in Fig. 14

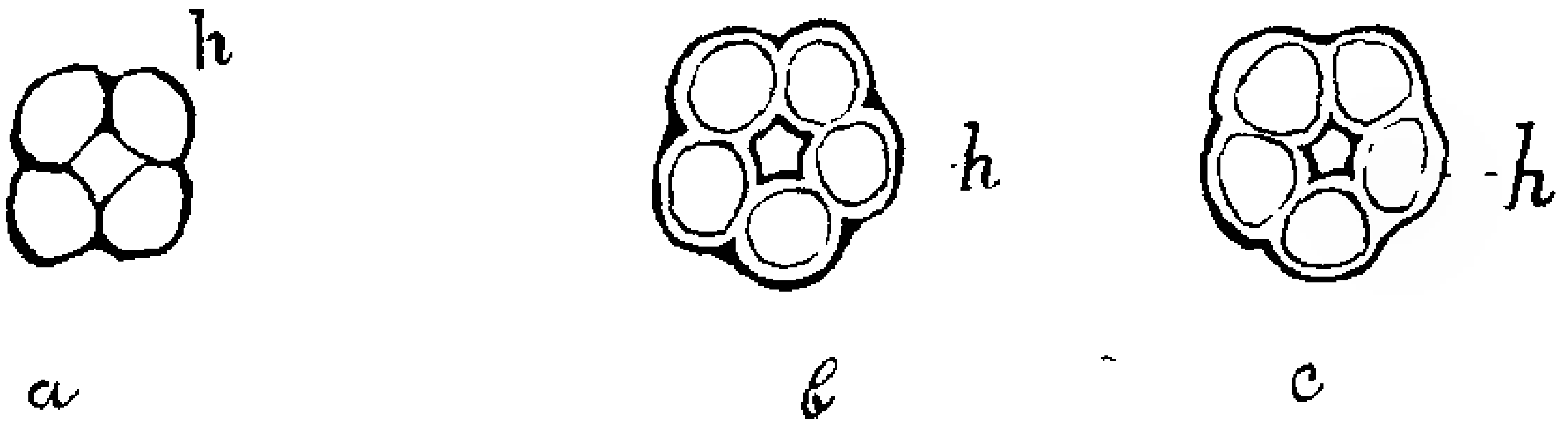


Fig. 11. Cystocoleus rupestris Thwt. Thallusquerschnitte; *a* durch einen jugendlichen Ast, *b* und *c* durch ältere Aeste; in der Mitte erscheint die prismatisch abgeplattete Alge als ein reguläres Vier- oder Fünfeck; den Polygonseiten entsprechen ebensoviel Hyphen *(h)*. 910mal vergr.

wiedergegeben. In der Regel jedoch zeigen die Hyphen reiche Verzweigung, und an den Zweigen eigenartige Aussackungen (Tab. VII Fig. 5). Die Verzweigungen und Aussackungen greifen so lückenlos in einander, dass sie der Thallusoberfläche ein höchst charakteristisches Relief verleihen (Fig. 5), welches diese Flechte stets mit Sicherheit von Cystocoleus r. und auch von allen anderen Coenogonien unterscheiden lässt. Ueberdies erscheint hier die Trentepohlia im Thallusquerschnitt stets rundlich oder etwas elliptisch (Fig. 16), aber niemals

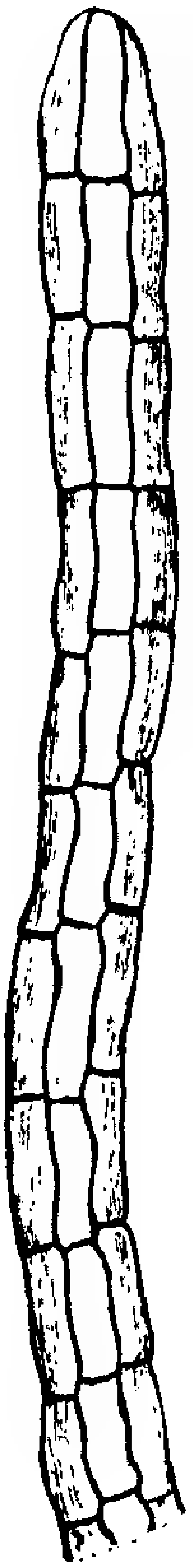


Fig. 12. Cystocoleus rupestris. Thallusoberfläche; die Hyphen besitzen einen geraden Verlauf und meist einfache, cylindrische Zellen; von der Teufelsmauer im Harz. 910mal vergr.

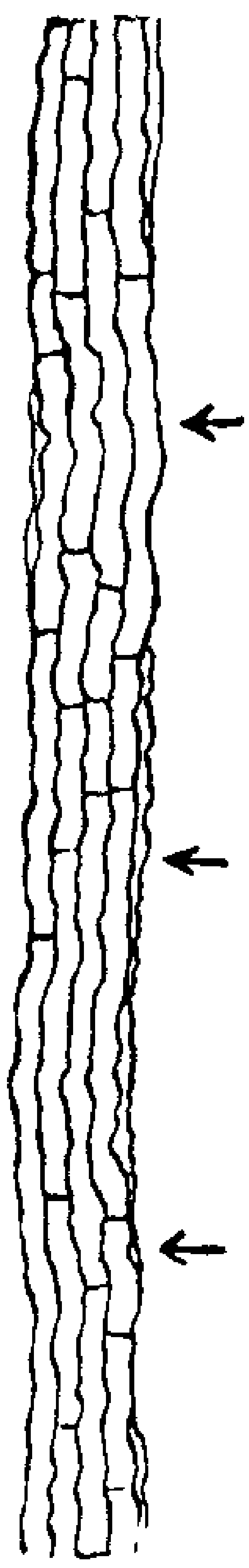


Fig. 13. Coenogonium sp. Ein von der Oberfläche gesehenes Thallusstück; die Hyphen besitzen einen ziemlich geraden Verlauf und cylindrische Zellen; die seitlich beigesetzten Pfeile zeigen die Lage der nicht mit eingetragenen Querwände der Alge an. 910mal vergr.

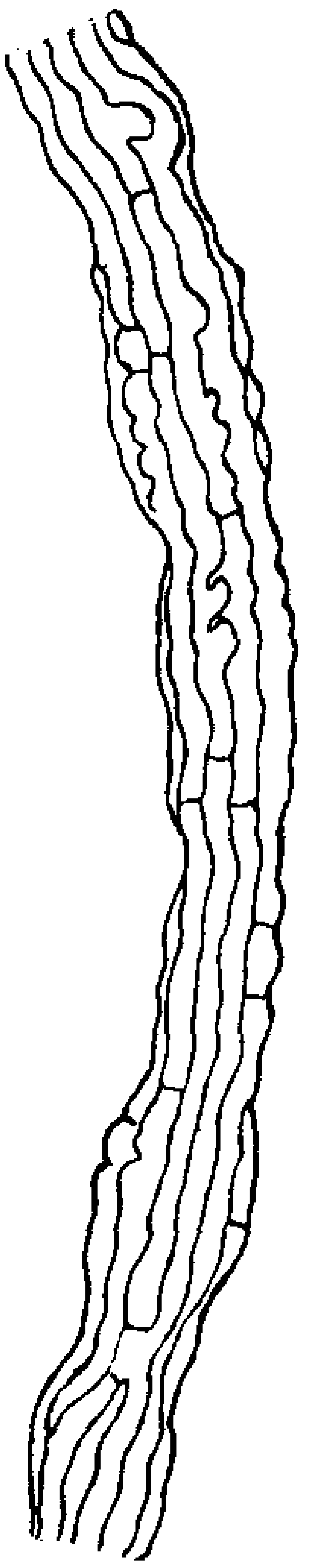


Fig. 14. Coenogonium germanicum. Ein ausgesuchtes Thallusstück eines von Jena stammenden Exemplares. Die Hyphenzellen sind hier grösstenteils cylindrisch und besitzen nur hier und da kleine Aussackungen angedeutet. 910mal vergr.

polygonal wie bei Cystocoleus r. Das erstere gilt auch für Coenogonium sp. (Fig. 15).

Da bei Coenogonium sp. alle Mittel, wie Tinctionen etc., fehlschlugen, um die Thallushyphen deutlich zu machen, so kam ich endlich auf folgendes Verfahren: ich liess die Flechte längere Zeit in verdünnter Kalilauge liegen, um das Chlorophyll der Alge zu entfärben und behandelte sie dann mit einem Membranfärbungsmittel wie Congoroth oder Corallin). Nach genügender Tinction wurde das Object noch feucht, jedoch nach sorgfältiger Entfernung des überschüssigen Wassers in reines Anilinöl übertragen. Kann das angewendete Quantum desselben die geringe Wassermenge, die die Flechte noch enthält, nicht sofort aufnehmen, so muss eben eine mehrmalige Uebertragung in Anilinöl stattfinden, bis dieses vollständig das Object durchdrungen hat. Das so behandelte Coenogonium sp. liess den Umriss aller Hyphenzellen nun aufs deutlichste erkennen.

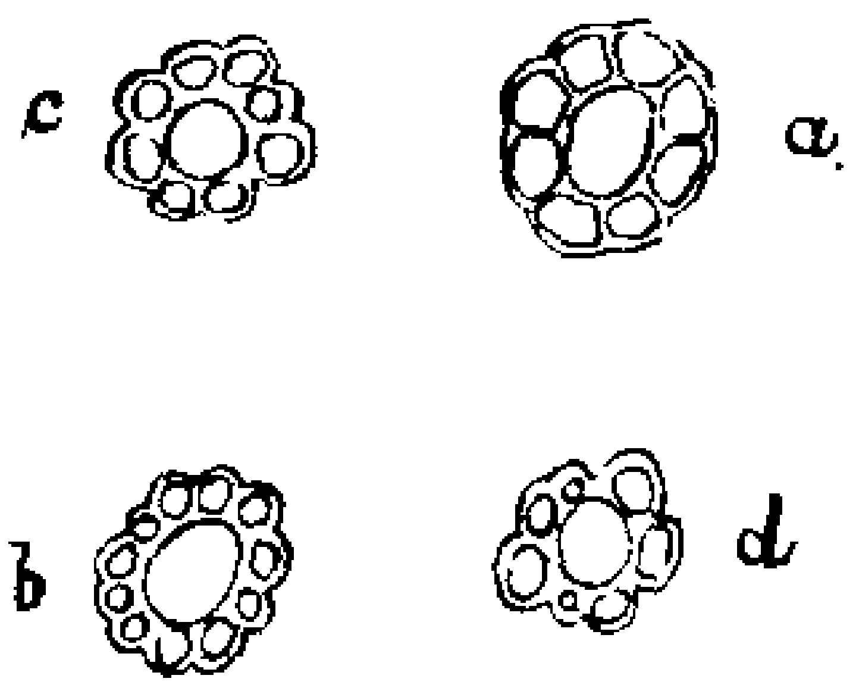


Fig. 15. Coenogonium sp. Verschiedene Thallusquerschnitte; im Centrum erscheint die durchschnittene Trentepohlia rundlich oder elliptisch; in Gestalt und Zahl sind die im Querschnitt rosenkranzartig erscheinenden Hyphen variabel; in *a* zeigen letztere fast trapezartige Gestalt und in *b—d* rundliche oder elliptische. Diese Querschnitte sind mit denen von Coenogonium germanicum Fig. 16 zu vergleichen. 910mal vergr.

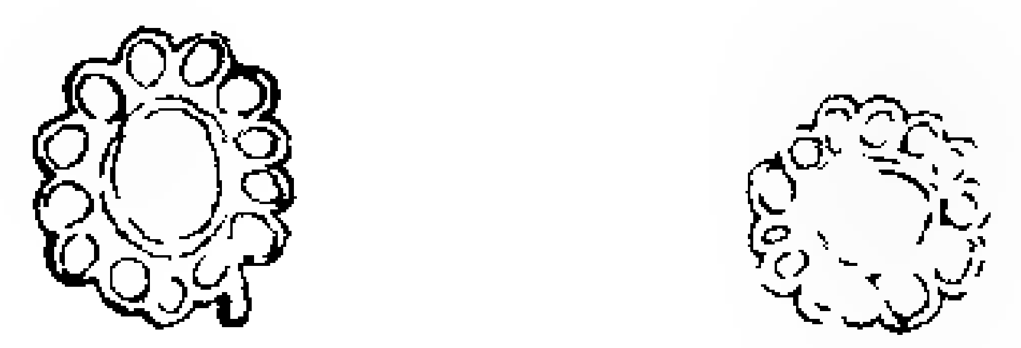


Fig. 16. Coenogonium germanicum. Thallusquerschnitt eines Harzer Exemplares; die Thallushyphen bilden einen einschichtigen Mantel um die hier etwas elliptisch erscheinende Alge. 910mal vergr.

Bei C. implexum Nyl., das ich leider nicht zur Wiedergabe eines mikroskopischen Bildes verwerthen konnte, und bei C. confervoides Nyl. (Bornet l. c.) bilden die Alge umschliessenden Hyphen vielfache Anastomosen, wobei viele kleine Lücken bleiben, so dass die Alge wie von einem Hyphennetz umschlossen erscheint. Bei C. Leprieurii Nyl. (Tab. VII Fig. 9) und bei C. andinum Karsten (l. c. Tab. II Fig. 5) ist dieses Hyphennetz mit sehr grossen Maschen versehen, ähnlich bei dem von Nylander abgebildeten C. Linkii (Observations Tab. XII, Fig. 2—3).

Der eigenartige Bau, den der Thallus der zuletzt betrachteten Coenogonien besitzt, dürfte hier eine wirkliche Symbiose fraglich erscheinen lassen. Da die Alge nicht allseitig vom Flechtenpilz umschlossen wird, so wird wohl erstere an all den nicht bedeckten Stellen im Stande sein, ebenso wie der Pilz direct aus der Umgebung Nahrungsstoffe aufzunehmen.

Anheftung an das Substrat. Als Unterlage kommen hier Gesteinstheile und Moose, sowohl Laub- als Lebermoose, in Betracht; an diese heftet sich die Flechte mit besonderen Rhizoidbildungen fest (Tab. VII, Fig. 1 und 2); letztere stellen entweder Seitenäste der Pilzhyphen dar (Fig. 2), oder sie werden von direct abgehenden Hyphen gebildet. Diese Rhizoiden schmiegen sich in vielen Krümmungen dem Substrat dicht an; so ist in Fig. 1 ein Bruchstück eines zusammengerollten Moosblattes (Dicranum) dargestellt, das einen Thallus von Coenogonium g. mit solchen dicht anliegenden Rhizoiden trägt. Indem diese sich vielfach in unregelmässigster Weise verzweigen und mit einander anastomosiren (Fig. 2), können Moosblätter förmlich umsponnen werden. In Farbe und Dicke sind die Rhizoiden in keinerlei Weise von den Thallushyphen verschieden. Die Anheftung an das Substrat ist meist eine so innige, dass eine Abtrennung der Rhizoiden nur durch gewaltsame Präparation möglich ist. Bei Cystocoleus r. ist die Anheftungsweise eine ganz ähnliche. Die Rhizoiden können hier entweder am Ende eines Thallus abgehen, wie bei dem in Fig. 8 (Tab. VII) abgebildeten Exemplar, das eine Jungermannia zur Unterlage hat, oder sie entspringen gruppenweise am Thallus (Tab. VII Fig. 7), oder endlich können die Rhizoiden vereinzelt am Thallus auftreten; ein solches ist in der Textfigur 3 mit R gekennzeichnet. An der Spitze ist es verzweigt und die Aeste legen sich in mehreren engen Windungen zusammen, so dass das Ganze einen primitiven Haftapparat vorstellt.

Die Entstehung der Rhizoiden ist bei Coenogonium g. und bei Cystocoleus r. durch den jeweiligen Feuchtigkeitsgrad des Standorts verursacht. In dem sehr feuchten Zeitzgrunde bei Jena fand ich fast alle untersuchten Exemplare von Coenogonium g. mit einer reichlichen Rhizoidbildung ausgestattet; dagegen zeigten die von der Teufelsmauer stammenden Exemplare, die an einem verhältnissmässig sehr trockenen Standort wuchsen, nur sehr spärliche Rhizoiden. Für die Rhizoidbildung von Cystocoleus r. gilt jedenfalls genau das Gleiche; hiefür spricht die Thatsache, dass hier die Hyphen als rhizoidartige Gebilde an den Thallusspitzen auswachsen können, wenn man die Flechte mehrere Wochen in der feuchten Kammer belässt (Fig. 6 Tab. VII).

Irgendwelche Fructificationsorgane habe ich bis jetzt für Coenogonium g. nicht ausfindig machen können. Für Cystocoleus r. finden sich solche bereits in systematischen Werken beschrieben, doch konnte ich sie aus Mangel an Material leider nicht in den Bereich meiner Untersuchung ziehen.

Mit Sicherheit konnte ich bis jetzt folgende Fundorte für Coenogonium g. nachweisen:

1. Im Harz an einigen Stellen:

Auf der Teufelsmauer bei Blankenburg; hier findet sie sich zum Theil vermengt mit Cystocoleus r.; die Unterlage bildet hier weisser Kreidesandstein (Cenoman). Die zwei einander benachbarten Stellen, wo ich sie fand, liegen direct oberhalb der grossen Sandsteinbrüche an der Teufelsmauer. Dann im Tiefenbachthale in der Nähe des Radauwasserfalles bei Harzburg; hier findet sie sich auf Gabbrofelsen.

2. In Thüringen:

Im sog. Zeitzgrunde, zwischen dem Städtchen Roda und der nahe gelegenen Papiermühle, aber nur auf der linken Seite des Baches, wo die Flechte auf beschatteten Buntsandsteinfelsen wächst; hier fand ich sie am reichlichsten an fünf verschiedenen Stellen, z. Th. in Gemeinschaft mit Trentepohlia germanica.

Coenogonium g. ist von mir bereits der Exsiccatensammlung von Dr. F. Arnold in München mitgetheilt worden und wird später noch in der Phycoteca universalis von P. Richter in Leipzig ausgegeben werden.

Denjenigen Herren, die mir bei dieser Arbeit durch Beschaffung von Untersuchungsmaterial oder sonstwie behilflich waren, möchte ich auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen; es sind dies die Herren Dr. F. Arnold und Prof. Dr. K. Goebel in München, weiland Prof. Dr. J. Müller in Genf, P. Richter in Leipzig und Prof. Dr. W. Zopf in Halle.

Halle a. S., Kryptogamisches Laboratorium, Ende März 1896.

Citirte Litteratur.

A. de Bary, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig 1884.

M. Ed. Bornet, Recherches sur les gonidies des lichens (*in den* Annales des sciences *naturelles botaniques* 5. série tome XVII).

R. Caspary, Chroolepus subsimplex n. sp. (in den Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XIX. *Jahrg.* 1878).

Ch. Gobi, Algologische Studien über Chroolepus Ag. (im Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Petersbourg, Tome XVII).

M. P. Hariot, Notes sur le genre Trentepohlia Martins (im Journal de botanique III. u. IV. Jahrgang, 1889—1890).

H. Itzigsohn, im Sitzungsbericht der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin, Nov. 1867.

G. Karsten, Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen (in den Annales du jardin botanique de Buitenzorg, vol. X, pag. 1—66) Leide 1891.

H. Karsten, Das Geschlechtsleben der Pflanzen und die Parthenogenesis. Berlin 1860.

W. Nylander (M. A. Hue), Lichenes exotici, Paris 1892.

— — Quelques observations sur le genre Coenogonium (in den Annales des sciences naturelles, 4. série tome XVI).

J. Reinke, Abhandlungen über Flechten (in den Jahrbüchern f. wissensch. Botanik, Band XXVIII, Heft I, Berlin 1895.

S. Schwendener, Untersuchungen über den Flechtenthallus (in Nägeli's Beiträgen zur wissenschaftlichen Botanik, Heft IV, Leipzig 1868).

E. A. Wainio, Étude sur la classification naturelle et la morphologie des lichens du Brésil (in den Acta Societatis pro fauna et flora Fennica vol. VII. Helsingforsiae 1890).

E. de Wildeman, Observations algologiques tome XXVII pars I.

— — Observations sur quelques formes du genre Trentepohlia Martius, tome XXVII, pars II, beides im Bulletin de la société de botanique de belgique, Bruxelles 1888.

W. Zopf, Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen, Heft I, Leipzig 1892.

Figuren-Erklärung zur Tafel VII.

Fig. 1—5 Coenogonium germanicum.

Fig. 1. Ein Thallusstück mit vielen von ihm abgehenden Rhizoiden; letztere überziehen oder umspinnen unter mannigfachen Krümmungen ein zusammengerolltes Moosblatt (den oberen Teil eines Dicranumblattes) 144mal vergr.; von Jena.

„ 2. Ein Thallusstückchen bei stärkerer Vergrösserung, um die direct vom Thallus abgehenden Rhizoiden zu veranschaulichen, die sich verzweigen und mit einander anastomosiren; ebenfalls von Jena. 450mal vergr.

„ 3. 5 Thallusglieder mit ihren Inhaltskörpern; der Flechtenpilz ist nur zu beiden Seiten der Algenzellen angedeutet; als Zellinhalt sind hier die karotinhaltigen, gelbrothen Oeltröpfchen, sowie die grünen Chromatophoren sichtbar; letztere erscheinen infolge der zum Zwecke der Aufhellung nöthigen Glycerinbehandlung contrahirt.

„ 4. Eine nach dem Leben gezeichnete Tahllusastspitze, an der die Alge aus der Flechte herausragt; die freie Trentepohliazelle zeigt neben den noch winzigen Oeltröpfchen einige Vacuolen (v).

„ 5. Ansicht der durch den Flechtenpilz reliefartig gestalteten Thallusoberfläche; das Thallusaststück umfasst $4\frac{1}{2}$ Thallusglieder und ebensoviel Algenzellen. Die Zellen der Pilzhyphen sind hier mit eigenartigen Aussackungen versehen. 910mal vergr. Aus dem Harz (Blankenburg) stammend.

Fig. 6—8 Cystocoleus rupestris Thwt.

Fig. 6. Thallusspitze eines Exemplares, das längere Zeit in der feuchten Kammer gehalten wurde; die Hyphen sind durch den Feuchtigkeitseinfluss vom Thallus weggewachsen und haben sich bereits verzweigt. 450mal vergr.

„ 7. Der untere Theil eines verzweigten Thallus, welcher gruppenweise beisammenstehende Rhizoiden zeigt; von diesen sind jedoch infolge der Präparation nur noch die basalen Fragmente sichtbar. 240mal vergr.

„ 8. Ein verzweigtes Thallusende, von dem viele Rhizoiden abgehen und sich über den Blättern einer Jungermannia ausbreiten; auf der linken Seite des Moosstämmchens sind zwei Rhizoiden theilweise von den darüber liegenden Blättern bedeckt, wesshalb an dieser Stelle die betr. Rhizoiden etwas heller gehalten sind. 144mal vergr. Aus der sächsischen Schweiz.

„ 9. Coenogonium Leprieurii Mont.
Zwei Thalluszellen; die Membran der sehr dickwandigen Alge ist dunkel gehalten; die verzweigten und anastomosirenden Hyphen bilden ein sehr weitmaschiges Netz um die Alge. 910mal vergr. Aus Peru.

„ 10. Coenogium sp.
Der blattartig ausgebreitete Thallus in natürlicher Grösse; gegen den Rand zu sind mehrere, meist sehr jugendliche Apothecien zu sehen. Der Thallus zeigt breite concentrische Wachsthumszonen und radiäre Streifung. Aus Südamerika.

Untersuchungen über Diatomeen.

Von

G. Karsten.

I.

(Hierzu Tafel VIII.)

Ungeachtet der zahlreichen Veröffentlichungen, welche jährlich unsere Kenntniss der Diatomeen vermehren, ist über den wichtigsten Vorgang ihres Lebens, über die Auxosporenbildung, wenig Neues bekannt geworden. Man ist hier immer noch auf die Angaben von Carter, Smith, Lüders angewiesen, die zwar in einigen Punkten von Pfitzer und Schmitz ergänzt und berichtigt worden sind; doch liegen auch ihre Angaben soweit zurück, dass eine Einsicht in das Verhalten der Zellkerne bei den verschiedenen Formen der Auxosporenbildung nicht daraus gewonnen werden kann.[1])

Eine Erklärung für diese augenscheinliche Vernachlässigung findet sich einmal darin, dass die grosse Mehrzahl der Diatomeenkenner und Freunde sich lediglich für die todte Hülle zu begeistern vermag, ferner aber auch darin, dass man selbst bei eifrigem Suchen nach Auxosporenzuständen nicht immer viel Erfolg aufzuweisen hat. Es wird daher geboten sein, die Methode anzugeben, die mir zu günstigen Resultaten verholfen hat.

Nach den Angaben der J. Lüders,[2]) die mit bewundernswerthem Fleiss und Geschick schon vor etwa 40 Jahren dem Studium der Diatomeen oblag und für die damalige Zeit sehr beachtenswerthe Erfolge erzielte, bemühte ich mich zunächst, auf Objectträgern, die mit feinen Fäden von Canadabalsam überzogen waren, die Ansiedelung und Cultur zu erreichen. Auch bei grosser Sorgfalt und häufigem Wasserwechsel ist eine über vier Wochen fortgesetzte Cultur der frisch eingebrachten Meeres-Diatomeen für Copulationsbeobachtungen als vergebliche Mühe zu bezeichnen.[1] In jedem Falle wird das Material nach etwa 14 Tagen der dunkleren Färbung der Chromatophoren[2] und Oelansammlung halber minder günstig.

---

[1]) Da die in Betracht kommenden Veröffentlichungen später eingehender berücksichtigt werden sollen, so sei hier nur auf die Zusammenstellung der wichtigsten Untersuchungen hingewiesen bei Schmitz, Bot. Ztg. 1872 Nr. 14, und in dem Aufsatz von Schütt, „Bau und Leben der Diatomeen“, Biolog. Centralbl. VI Nr. 9 1886.

[2]) Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen. Bot. Ztg. 1862 pag. 41 ff., cf. Anm. p. 52.

Häufige Erneuerung des Materials und des Wassers ist also erste Bedingung des Gelingens. Aus verschiedenen Gründen verwende ich neuerdings lieber die glatten Objectträger ohne Balsamstreifen für die Cultur. Natürlich ist auf peinliche Sauberkeit und völlige Benetzung der Oberfläche zu achten. Derartige Objectträger schräg an der Wand geräumiger Glashafen aufgestellt, in welche frisch eingesammeltes, von unerwünschten Gästen möglichst befreites, nicht zu reichliches Material mit hinreichender Wassermenge gebracht ist, beziehen sich alsbald mit den verschiedensten Diatomen-Individuen, die, ihrer Eigenart entsprechend, bald auf der glatten Fläche entlang kriechen, bald an Gallertstielen sich befestigen oder ohne besondere Organe sich festheften.

Schon nach 24 Stunden hat man bei günstigem Material eine hinreichende Individuenzahl der gerade überwiegenden Arten auf den Objectträgern vereinigt. Durch Auflegen auf ein allseitig überstehendes, grösseres Format wird eine bessere Sauberkeit der Arbeit ermöglicht. Man braucht dann nur ein paar Tropfen Wasser auf den Objectträger zu geben, auf eine genau wagerechte Stellung des Objecttisches am Instrument zu achten und kann bei einiger Vorsicht jeden Winkel des Objectträgers mit Trockensystemen bis zu etwa 500facher Vergrösserung durchsuchen, ohne das Gedeihen der darauf enthaltenen Individuen im geringsten zu beeinträchtigen. Das schonendste Auflegen eines Deckglases dagegen würde ein baldiges Absterben der bedeckten Diatomeenkolonien sehr wahrscheinlich machen.

Hat man so einerseits die Möglichkeit, am lebenden Objecte alles direct Wahrnehmbare zu beobachten, und das gleiche Individuum Tage lang zu controlliren, so gewährt andererseits das von Pfitzer bekannt gegebene Verfahren[3] der Fixirung und Färbung mit Pikrin-Nigrosin die nothwendige Ergänznng: am gefärbten Objecte das Verhalten der Zellkerne zu untersuchen, ohne um das Verlorengehen der winzig kleinen Pflänzchen besorgt sein zu müssen, wenn man nämlich die ganzen Objectträger dem Färben und Auswaschen unterwirft.

---

[1] Nur vereinzelte Formen, z. B. Melosira nummuloides, machen eine Ausnahme.

[2] cf. Lüders, l. c. p. 42.

[3] cf. E. Pfitzer, Ueber ein Härtung und Färbung vereinigendes Verfahren für die Untersuchung des plasmatischen Zellleibs. Ber. d. D. Bot. Ges. I p. 44, 1883.

Derartig angestellte Untersuchungen über die Auxosporenbildung sollen in den folgenden Mittheilungen kurz wiedergegeben werden. Ich beschränke mich zunächst auf den Bericht der thatsächlichen Beobachtungen, um nach Erlangung eines Ueberblickes über die verschiedenen Formen des Vorganges die sich ergebenden Folgerungen für die vorliegende Pflanzengruppe, wie für unsere Anschauungen über Zellenlehre, Sexualität etc. zu ziehen.

Navicula peregrina Ktzg. und N. scopulorum Bréb.

Die Figuren 1 und 9 führen die Form der frei herumkriechenden Individuen von N. peregrina Ktzg. vor. Die Grössenmaasse der Form schwankten von 46μ : 8μ bis 65μ : 12μ und die Auxosporen erreichten 96μ : 14μ. Im Uebrigen ist zu vergleichen De Toni Sylloge Algarum II p. 38 und die Figuren 57—60 in Schmidt's Atlas der Diatomeenkunde Tafel 47.

Die beiden Chromatophoren liegen den Gürtelbändern an, sie führen kein Pyrenoid. Der Zellkern, meist mit einem Nucleolus versehen, liegt in der die Chromatophoren verbindenden queren Plasmaansammlung. Beiderseits sind im gefärbten Zustande zwei kleine, intensiv gefärbte Körperchen, die vielleicht den Centrosomen entsprechen, sichtbar (Fig 9).

Nach wenigen Tagen nehmen die Individuen in den Objectträgerculturen ein anderes Aussehen an. (Die Beobachtungen sind im April und Mai gemacht.)

Eine Zusammenlagerung zu zweien, bisweilen auch zu dreien, wird häufig. Die Individuen kehren sich dabei ohne jede Ausnahme die Gürtelbandseiten zu. Eine sehr geringfügige Aussonderung einer schleimigen Masse füllt die zwischen den Einzelindividuen bleibenden Ecken bis auf einen seichten Bogen aus (Fig. 3 und 10—12). Gleichzeitig verändern die Endochromplatten ihre Lage. Sie rücken mehr und mehr auf die Schalenseiten hinüber.

Hierbei erkennt man, dass sie in der Mitte eine seichte Ausrandung beiderseits besitzen. Während nun die gleich zu erwähnenden Veränderungen mit dem Zellkerne vor sich gehen, neigen sich die Chromatophoren mehr und mehr nach der äusseren (mit Bezug auf die zwei vereinigten Individuen) Gürtelbandseite zusammen, derart dass sie auf die obere und untere Schalenseite halb übergreifen. In dieser Stellung findet früher oder später eine Vereinigung der zwei Chromatoplasten statt, vermuthlich in ihrer ganzen Längsausdehnung (Fig. 3, 10—12.)

Der Zellkern hat inzwischen den Nucleolus verloren und sein homogenes Aussehen eingebüsst. Die vermeintlichen Centrosomen sind verschwunden. Die Kernmembran ist aufgelöst und sehr dünne, Chromosomen ähnliche, wirr durcheinander verzweigte Fäden wuchern nach der einen oder andern Seite über seine frühere Umgrenzung hinaus. In einem gewissen Umkreise sammelt sich eine körnige, vom Nigrosin stark tingirte Masse allseitig an.

Alles dies sind Anzeichen einer vonstattengehenden Kerntheilung. Diese ist dann plötzlich vollzogen, ohne dass ich Näheres darüber hätte wahrnehmen können (Fig. 13). Die beiden Tochterkerne sind völlig gleichwerthig. Sie rücken nach beiden Enden etwas auseinander.

In dem aus der Vereinigung der beiden früheren Endochromplatten entstandenen Chromatophor macht sich jetzt eine Quertheilung bemerkbar, die auf Ober- und Unterseite nicht gerade in einer Ebene zu liegen braucht (Fig 13.)

So ist die Naviculazelle durch eine Quertheilung in zwei Tochterzellen zerlegt, die bald durch Abrundung ihres je ein Chromatophor[1]) und einen Kern umschliessenden Plasmas sich deutlicher von einander abheben.

Bevor noch die Kerne ihr früheres, dem Ruhestadium entsprechendes Aussehen wieder gewonnen haben, treten sie in eine neue Theilung ein. Chromosomen habe ich bei dieser zweiten Theilung nicht erkennen können. Doch sieht man leicht, dass die beiden neuen Kerne der Masse nach nicht gleichwertig sind. Der eine ist stets viel schmächtiger und hat, wo eine körnige Structur wahrnehmbar erscheint, deren viel weniger aufzuweisen (Fig. 14—16). Sie mögen nach dem Vorgange von Klebahn bei Closterium als Grosskern und Kleinkern bezeichnet sein. Aus den Figuren ergibt sich, dass weder die ersten Theilungen der beiden Naviculazellen, noch die weiteren Theilungen in den Tochterzellen gleichzeitig stattzufinden pflegen. Trotzdem muss eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Mutterindividuen angenommen werden, da niemals an freien Zellen, sondern stets erst nach der Zusammenlagerung die Einleitung zu den Kern- und Zelltheilungen erfolgt.

Sind die Kerntheilungen in den vier nebeneinanderliegenden Zellen beendigt, so gewahrt man das eigenthümliche Bild, dass von

---

1) Dass in jeder Tochterzelle nur ein Chromatophor vorhanden ist, steht fest. Ob nicht bisweilen die Vereinigung der zwei primären Chromatophoren erst nach der Quertheilung an den sich gegenüberliegenden Hälften geschieht — worauf die Fig. 13 hinweisen könnte, mag dahingestellt sein.

jeder dieser Zellen zwischen den von einander klaffenden Schalen hervor zur gegenüberliegenden des anderen Navicula-Exemplares eine blasige Aufstülpung vom Zellplasma vorgetrieben wird; Chromatophor und Kerngruppe behalten ihre frühere Lage einstweilen bei (Fig. 4, 5, 17).

Behält man eine derartige Gruppe jetzt im Auge, so sieht man nach $^1/_4$ Stunde etwa die Grenzen der beiden sich berührenden blasigen Plasmaauftreibungen in einander übergehen. Die beiden Zellen sind damit in ihrem Umkreise bereits miteinander verschmolzen (Fig. 18). Kurze Zeit darauf werden dann wohl von Kerngruppe zu Kerngruppe (die übrigens ohne Tinction meist nichts Genaueres erkennen lassen) ein paar glänzende, stark lichtbrechende Fäden als Verbindungsbrücke sichtbar. Und bald lässt sich verfolgen, wie Kerne und Chromatophor von einer der gerade in Verbindung getretenen Zellen zur anderen hinübergleiten.

Die beiden primären Navicula-Zellen sind offenbar völlig gleichwerthig, denn bald bleiben die Copulationsprodukte frei in der Mitte liegen, bald fungirt die eine in ihrem oberen Theil als aufnehmende, unten als abgebende Zelle; kurz eine sexuelle Differenz scheint hier nicht im mindesten angedeutet zu sein.

Zugleich tritt eine Formänderung der Zygote, die bisher noch ihre beiden Componenten deutlich erkennen liess, auf; sie contrahirt sich stark bis zur Kugelgestalt. Die zwei Chromatoplasten lagern unregelmässig über und durcheinander, zwei grössere, in der Regel mit deutlichem Nucleolus versehene „Grosskerne“, und zwei kleinere, sehr homogen aussehende, grossen Nucleolen nicht unähnliche „Kleinkerne“ sind, von mehr oder minder grosser Plasmaansammlung umgeben, deutlich in jeder der beiden Zygoten sichtbar (Fig. 6, 7, 19—22). In der Reihe der genannten Figuren kann man ein stetiges Abnehmen und Hinschwinden der Kleinkerne wahrnehmen, sie lösen sich nach und nach auf. In Fig. 20 fehlt bereits ein Kleinkern, in Fig. 21 in einer Zygote ein, in der anderen beide Kleinkerne. Die beiden Grosskerne bleiben aber deutlich und scharf von einander getrennt sichtbar. Die beiden Chromatophoren jeder Zygote vereinigen sich früher oder später miteinander. Die näheren Umstände konnten bisher nicht aufgeklärt werden; man erkennt aber verschiedentlich (Fig. 23 oben), dass nur ein Chromatophor an Stelle der zwei eingetretenen vorhanden ist.

Inzwischen hat die Streckung der Zygoten begonnen. Sie erfolgt stets parallel der Längsausdehnung der Mutterzellen.

Auflösung der Kleinkerne, Chromatophorenvereinigung und Streckung der Zelle gehen offenbar unabhängig neben einander her, da kleinere

Auxosporen in ersteren beiden Vorgängen oft den bereits stärker gestreckten Zygoten vorauseilen (Fig. 6—8, 19—23).[1])

Die Streckung der Zygoten erreicht recht ansehnliche Dimensionen wie aus den eingangs angeführten Zahlen hervorgeht. Die Membran der Auxospore ist, soweit ich sehe, völlig glatt, oben und unten leicht gerundet oder auch etwas eckig. Durch die das Plasma contrahirenden Mittel wird sie niemals, auch an den Enden nicht, gefaltet oder geknickt. Sie besitzt offenbar eine, wohl durch Kieselsäureeinlagerung bedingte, erhebliche Festigkeit.

Waren in Fig. 23 trotz der nicht unbedeutenden Längsstreckung der Auxosporen noch Kleinkerne vorhanden und in der oberen Zygote nur ein Chromatophor sichtbar, so zeigen die Figuren 24 und 25 nach dem Verschwinden der Kleinkerne eine Näherung der beiden Grosskerne, in Fig. 25 bis zur Berührung und Abplattung aneinander, ja in der einen Auxospore ist keine scharfe Grenze innerhalb der Kernmasse mehr zu erkennen.

Die Chromatophoren haben in Fig. 24 eine kreuzweise Lagerung, die einen Uebergang zu der normalen Stellung andeuten dürfte und sich häufiger fand.

Fig. 26 endlich schliesst an das normale Navicula-Individuum, von dem wir ausgingen, wieder an. Die eine Auxospore zeigt im Innern eine fertig ausgebildete Navicula mit von der Sporenwand allseitig zurückgezogenem Plasmakörper, der sich mit Schalen umhüllt hat. Die obere Schale lässt in einem feinen Längsstreifen die Raphe erkennen. Die Chromatophoren liegen den beiden Gürtelbändern an, der Kern in der Zellmitte von farbloser Plasmahülle umgeben. Er ist noch ungewöhnlich gross und locker gebaut, mit einem Nucleolus versehen.

Die zweite Zygote ist ein wenig zurückgeblieben. Sie hat sich von einer Längswand zurückgezogen und auf der freien Seite eine etwas unregelmässige Schale gebildet. Die Chromatophoren liegen noch der Aussenwand an und übereinander, der Kern zeigt zwei Nucleolen, ein Zeichen, dass die Verschmelzung noch nicht ganz durchgeführt ist.

Dem eben beschriebenen Verhalten von Navicula peregrina entspricht fast genau dasjenige der Navicula scopulorum Bréb. = N. Johnsonii Sm. cf. De Toni Sylloge Algarum II p. 135. Smith,

---

1) Die bei Seite liegenden Schalenumrisse sind nur dann wiedergegeben, wenn und soweit es sich ohne Beeinträchtigung der Deutlichkeit des Bildes bewerkstelligen liess.

Synopsis of the British Diatomaceae Taf. XIX Fig. 179 Van Heurck p. 99. Suppl. Atlas Fig. 28. Die Grösse fand ich schwankend von 108μ bis 159μ.

Auch hier erfolgt die Neben- oder Aufeinanderlagerung der beiden Copulanten stets so, dass sie sich die Gürtelbänder zukehren. Die normale Form und die Lagerung der zwei Endochromplatten zeigt Fig. 27. Eine geringfügige Menge von Schleim tritt zwischen den Schalenendigungen am deutlichsten hervor. Die Einwirkung der beiden Individuen wird zunächst an der Veränderung der Chromatophoren kenntlich (Fig. 28). Diese ziehen sich mehr nach der Zellmitte zusammen und greifen auf die Schalenseiten über.

Von den Chromatophoren der Navicula peregrina sind sie durch den Besitz je eines grossen, ovalen Pyrenoides unterschieden (Fig. 34). Die Chromatophoren nähern sich und gehen in eine zusammenhängende Masse über; die beiden Pyrenoide liegen einander in der Mitte nahe und verschmelzen zu einem einzigen Pyrenoidkörper, der in Fig. 35 noch seine Entstehung aus zweien durch die Form andeutet.

Unterdessen schreitet der Kern zur Theilung. Er ist in der Gabelung der vereinigten Chromatophoren Fig. 35 als grosser ovaler Körper sichtbar, der auch bereits in Lockerung begriffen ist und sehr zarte Chromosomen (minder deutlich als der Kern von N. peregrina) erkennen lässt. In Fig. 34 ist der Kern schon vor der Vereinigung der Chromatophoren getheilt worden und zeigt zwei an Grösse gleiche Tochterkerne in einer dichten Ansammlung von Plasma.

Die weiteren Schritte entsprechen dann wieder völlig denen bei N. peregrina. Fig. 36 zeigt eine Navicula,[1] deren Inhalt in zwei Tochterzellen mit je einem Chromatophor und Pyrenoid zerfallen ist. Dass auch hier die vereinigte Chromatophorenmasse durch Quertheilung zerfiel, vermag ich nur aus der Analogie mit N. peregrina zu schliessen. In jeder Tochterzelle sind ferner ein Grosskern und ein Kleinkern sichtbar.

Dem gleichen Stadium entsprechen Fig. 29 und 30, die die Beobachtung des Zusammentretens der vier Tochterzellen zu zwei Auxosporen wiedergeben. In der einen Navicula ist eine dritte kleine Tochterzelle entstanden, die sehr inhaltsarm bleibt und unverändert zu Grunde gehen dürfte.

Das Aufschwellen der einzelnen Tochterzellen gegen einander bis zur Berührung und das Ineinanderfliessen an der Berührungsstelle erfolgt hier also ganz so wie bei N. peregrina. So entspricht Fig. 30 genau dem Stadium Fig. 18. An den Figuren 31—33 lässt sich dann die Contraction der jungen Auxospore zu einem ovalen Körper und das Zusammentreten der beiden zunächst noch deutlich getrennten Chromatophoren zu einem einzigen verfolgen. Endlich zeigt Fig. 37 das Vorhandensein von zwei sehr homogenen Kleinkernen neben zwei Grosskernen in einer noch jungen Auxospore. In den sehr wirr liegenden Endochromplatten sind zwei Pyrenoide sichtbar.

---

[1] Das zweite zugehörige Exemplar ist des Raummangels halber fortgelassen.

Das Verschwinden der Kleinkerne erfolgt hier nach den vorliegenden Beispielen schneller als bei der vorher betrachteten Art. Von weiteren Stadien konnte ich an meinem Materiale nur noch das Zusammenlagern der beiden je mit deutlichem Nucleolus versehenen Grosskerne zwischen zwei pyrenoidhaltigen Chromatophoren erkennen. Fertige Auxosporen kamen mir nicht zu Gesicht. — (Mitte Mai.)

Mit diesen Beobachtungen über das Verhalten der Zellkerne bei der Copulation der Tochterzellen zu zwei Zygoten und Heranwachsen zu Auxosporen stimmen die Mittheilungen von Klebahn[1]) gut überein. Er beobachtete die Auxosporenbildung von Epithemia, die nach dem gleichen Schema erfolgt. „Der Zweitheilung der Mutterzelle geht eine Viertheilung der Zellkerne voran, jede Tochterzelle erhält also zwei Zellkerne, von denen der eine gross bleibt und das gewöhnliche Aussehen eines Zellkernes annimmt, während der andere klein wird und, einem Nucleolus im Aussehen vergleichbar, sich mit Haematoxylin besonders intensiv tingirt. Bald nach der Verschmelzung der einander gegenüberliegenden Tochterzellen sind die kleinen Kerne verschwunden, und in den beiden aus der Verschmelzung hervorgehenden Zellen sind nur noch vier grosse Kerne vorhanden, je zwei in jeder Zelle.“

Abgesehen davon, dass bei N. peregrina die Zerlegung der beiden Tochterkerne in Grosskern und Kleinkern erst auf die Zweitheilung der Zelle folgt, stimmen beide Fälle völlig überein.

Auf die von Klebahn herbeigezogene Vergleichung mit dem Verhalten von Closterium und Cosmarium komme ich bei späterer Gelegenheit zurück.

Klebahn beobachtete auch je zwei Pyrenoide in den Epithemiazellen: „Sie liegen in der Längsrichtung beiderseits neben dem Zellkern. Von den beiden Gebilden jeder der Mutterzellen gelangt das eine in die eine, das andere in die andere Auxospore.“

---

1) Verh. d. Ges. D. Naturf. u. Aerzte in Lübeck 1895 II 1 p. 102. Leipzig 1896.

Libellus constrictus D. T.

Die Form entspricht der Amphiprora constricta Ehr.; sie ist von der Gürtelbandseite charakteristischer als von der Schalenseite.

Cf. Smith, l. c. I p. 44, Taf. XV, Fig. 126.

Schmidt's Atlas der Diatomeenkunde, Taf. 26, Fig. 34—39.

De Toni Sylloge Algarum I p. 202.

Grösse 20μ bis 38μ : 5μ, Auxosporen bis 58μ : 8μ.

Libellus constrictus war im Beginn des Frühlings (Februar—April) eine der häufigsten Diatomeen des Kieler Hafens und während dieser Zeit in den Culturen viel in Auxosporenbildung zu treffen.

Der in der Mitte der Zelle liegende Kern, der gerade in die schmalste Stelle der Gürtelbandansicht fällt, trennt zwei, bis auf einen schmalen Längsspalt hohlcylindrisch geschlossene Chromatophoren von einander. Der Längsspalt kann in den beiden Endochromplatten einer Zelle verschieden orientirt sein, entfällt aber stets auf ein Gürtelband. Auf der anderen Gürtelbandseite ist eine tiefe Querfalte in das Chromatophor eingedrückt, welche nicht mehr auf die Schalenseiten übergreift, und in dieser Querfalte liegt ein, in der lebenden Zelle wenig hervortretender Pyrenoidkörper.

Die äusseren Umrisse der Chromatophoren werden durch tiefe Einschnitte an der Kernseite und am Ende der Zelle noch unübersichtlicher. Endlich ist die Stelle, welche das Pyrenoid trägt, oft sehr stark verschmälert, so dass die Endochromplatte hier bisweilen nur durch diese Einlagerung zusammengehalten erscheint. Bei der Zelltheilung wird demnach durch eine Theilung des Pyrenoids oft schon der Zerfall des Chromatophors in zwei gleiche Theile herbeigeführt werden müssen. In den noch zusammenhängenden, gerade getheilten Zellpaaren liegen daher die Pyrenoide stets etwas excentrisch den Aussenseiten genähert.

Die in grosser Zahl auf den Objectträgern umherkriechenden Individuen bewegen sich zunächst ziemlich lebhaft. Später findet man sie vielfach zu zweien mit den Gürtelbändern einander zugekehrt; sie haften fest am Objectträger und werden durch eine ganz geringfügige Gallerte zusammengehalten (Fig. 38).

Nach einer mehr oder minder langen Zeit tritt als erste sichtbare Folge der Einwirkung auf einander eine Zusammenziehung des gesammten Zellinhaltes beider Individuen ein (Fig. 39). Sie treten im ganzen Umkreise von der Wand zurück. So liegen die beiden Zellen längere Zeit neben einander, ehe eine Aenderung erfolgt; oft war am Nachmittage bereits ein Fortschritt da, doch vergingen in einzelnen

Fällen auch 24 und 48 Stunden, ohne dass sich etwas geändert hätte. Der Inhalt ist in diesem Zustande an der lebenden Zelle ziemlich undurchsichtig und lässt wenig erkennen. Nur in einem Falle, der in Fig. 40 wiedergegeben ist, sah ich eine freilich auch nur geringfügige Annäherung der beiden contrahirten Individuen eintreten, ohne dass weitere Folgen daraus entstanden wären.

In der Regel erfolgte auf dieses Stadium der Contraction eine zunächst mehr in die kugelige Form übergehende Ausdehnung; die noch zusammenhaftenden Schalen werden gesprengt und die Dehnung und Längsstreckung der Auxosporen beginnt.

In Fig. 42 sind zwei junge kugelige Individuen vorhanden mit undeutlich am Rande liegenden Chromatophoren und zwei deutlichen, völlig gleichen Kernen mit je einem grossen Nucleolus. Fig. 43 zeigt dann die eingetretene Streckung der Auxosporen, die Kerne sind bereits wieder vereinigt und führen nur noch zwei Nucleolen. Die Schalen lagen etwas entfernt und sind desshalb hier wie in Fig. 42 fortgelassen.

Vergleichen wir jetzt noch Fig. 41, so finden wir auch hier eine (die zugehörige zweite ist der Raumersparniss halber fortgelassen) schon wieder im Beginn der Streckung stehende Auxospore. Die Kerne sind wieder verschmolzen, aber die zwei Nucleolen des Kernes weisen noch auf ihre bisherige Trennung hin. Dagegen gibt die Figur ein deutliches Bild vom Verhalten der Chromatophoren. Wir finden diese auf die vorher besprochene Art in zwei Theile zerlegt, so dass wir in der Zelle vier Chromatophoren und ebensoviele Pyrenoide sehen.

Nach der Wiedervereinigung der Kerne beginnt ein starkes Längenwachsthum. Die Ausdehnung erfolgt stets parallel der Längsrichtung der Mutterzellen.

Man erkennt auf den beiden Scheiteln der Auxosporen eine etwas stärkere Membran wie am sonstigen Umfang. Das Wachsthum ist auch, wie es scheint, auf beide Scheitelpartieen beschränkt. Denn hier allein ist eine Plasticität der Membran vorhanden, Faltungen und Einknickungen durch äussere Hindernisse finden sich nur hier. Kurz hinter beiden Enden ist die Membran starr und brüchig und gibt solchen Einwirkungen nicht mehr nach, sondern reisst auf und bricht.

Irgendwelche Zeichnung auf der Auxosporenhaut habe ich nicht wahrgenommen. — Ob die vier Chromatophoren sich zu zweien wieder vereinigen, oder ob zwei davon ausrangirt werden, konnte ich nicht entscheiden. Jedenfalls finden sich in fast ausgewachsenen

Auxosporen zwei normale Endochromplatten vor. Die Bildung der Erstlingsschalen in den Auxosporen habe ich nicht verfolgt.

Neben dieser regelmässigen Form einer von dem Verhalten der vorher besprochenen Navicula-Arten abweichenden Auxosporenbildung ohne jede Vermischung plasmatischen Inhaltes finden sich einige kleine Abweichungen, die kurz erwähnt werden sollen.

Es findet hin und wieder Zweitheilung der Mutterzellen statt, entweder nur einer oder beider. Diese Theilung ist wie bei den Navicula-Arten, eine Quertheilung und liefert bisweilen zwei gleichwerthige Produkte, deren jedes eine Auxospore ausbilden kann. Dieser Fall ist dann häufiger, wenn eine sehr grosse Libelluszelle, ohne mit einem zweiten Individuum zusammenzuliegen, sich zur Contraction bequemte. Die Fig. 44 liess nur zwei zu einer Mutterzelle gehörige Schalen erkennen, sie ist wahrscheinlich aus einem Individuum hervorgegangen. Es verhalten sich hier also die Tochterzellen zwei richtigen Libellus-Individuen entsprechend.

In der Regel aber wird durch die Theilung nur ein winziges Stückchen der Mutterzelle beseitigt, das weiterer Entwickelung nicht fähig erscheint. Es ist dann der gleiche Fall vorhanden, wie N. scopulorum in Fig. 29 und 30 in der obersten, zu Grunde gehenden, dritten Tochterzelle aufwies.

Diese abnormen Fälle sind hier miterwähnt, da sie eventuell eine Andeutung geben können, wie diese Form der Auxosporenbildung sich den übrigen anreihen lässt. Bis aber weitere derartige Fälle beobachtet sein werden, mag eine Erörterung noch hinausgeschoben bleiben. Ich hoffe, in kurzer Zeit eine Fortsetzung und Vervollständigung dieser Beobachtungen geben zu können.

Figurenerklärung zu Tafel VIII.

Fig. 1—26. Navicula peregrina Ktzg.
„ 27—37. Navicula scopulorum Bréb.
„ 38—44. Libellus constrictus. D. T.

Fig. 1—7 = 320:1; 8, 27—33, 38—40 und 44 = 490:1; 9—26, 34—37 und 41—43 = 1000:1 (Apochrom 2 mm, oc. 8).

Die farbig wiedergegebenen Figuren sind nach Beobachtungen am lebenden Object gezeichnet.

In Fig. 41 müssten unten und getrennte Chromatophoren vorhanden sein, wie oben (cf. Text). Es wurde dies bei der Tafelrevision übersehen.

Süsswasseralgen aus Australien.

Von

W. Schmidle.

(Hierzu Tafel IX.)

Die im Folgenden verzeichneten Algen wurden von Bailey in den Jahren 1894 und 1895 in Queensland gesammelt. Das in Spiritus meist gut conservirte Material gab mir Herr Professor Dr. Askenasy gütigst zur Bestimmung.

Die Litteratur der Süsswasseralgen Australiens findet sich bei Nordstedt in Freshwater Algae collected in New Zealand and Australia pag. 78 und in den seither erschienenen Arbeiten von Moebius[1]) über diesen Gegenstand zusammengestellt. Von Bailey sind die Arbeiten Moebius' ins Englische übersetzt und mit einigen Anmerkungen erweitert in einer australianischen Zeitschrift veröffentlicht worden.[2]) Ausser diesen Arbeiten und derjenigen von Raciborski[3]) sind mir keine weiteren neuerdings veröffentlichten bekannt geworden.

Diese Arbeit kann als Fortsetzung derjenigen von Moebius betrachtet werden. Die meines Wissens für Australien noch nicht bekannten Arten sind durch ein Sternchen kenntlich gemacht.

I. Chlorophyceen.

Oedogonium Link.

Oe. grande Ktzg.

Blackstone Ipswich, Juni 95, fertil.

Oe. undulatum A. Br.

Fertil mit obiger, steril im Enoggera District, IV, 95.

— *var. Moebiusii* n. var. Tab. nostra Fig. 1.

Diese Form steht der Var. incisum Hansg. sehr nahe, welche nach Nordstedt ebenfalls in Australien vorkommt. Sie unterscheidet sich von ihr dadurch, dass nicht nur die beiden seitlichen, sondern auch die mittlere Wölbung der Zelle eine leichte Ausrandung zeigt.

---

[1]) Moebius, Australische Süsswasseralgen, Flora 1892. — Moebius, Australische Süsswasseralgen II Berichte der Senkenberg. Gesellschaft 1894.

[2]) Bailey, Contributions to the Queensland Flora in Botany Bulletin No. VI und XI, Brisbane.

[3]) Raciborski, Desmidya zebrane przez Dr. E. Ciastonia etc. Krakow 1892.

Zwischen je zwei der vier tieferen Einschnürungen kommt also immer eine seichtere zu liegen. Dabei sind die Wölbungen etwas weniger ausgesprochen als dieses wenigstens bei den von mir in Deutschland aufgefundenen Exemplaren der var. incisum Hansg. der Fall war. Diam. der Zelle 12—17 μ, die Länge ist 4—6 mal so gross als die Breite.

Die Alge ist von Moebius in Bailey: Contrib. etc. 1895, Tab. IV, Fig. 13 abgebildet und pag. 15 als Oed. spec. kurz beschrieben worden.

* *Oed. punctatostriatum* De By.

Mit Früchten bei Blackstone Ipswich; VI, 95.

Bulbochaeta Ag.

B. pygmaea (Pringsh.) Wittr.

Mit Früchten (sehr selten) bei Fenkins Steinbruch, Bundamba; VI, 95. Steril mit obiger.

Coleochaete Breb.

C. scutata Breb.

Selten bei Blackstone Ipswich; VI, 95.

Chaetosphaeridium Klebahn.

Ch. Pringsheimii Kleb.

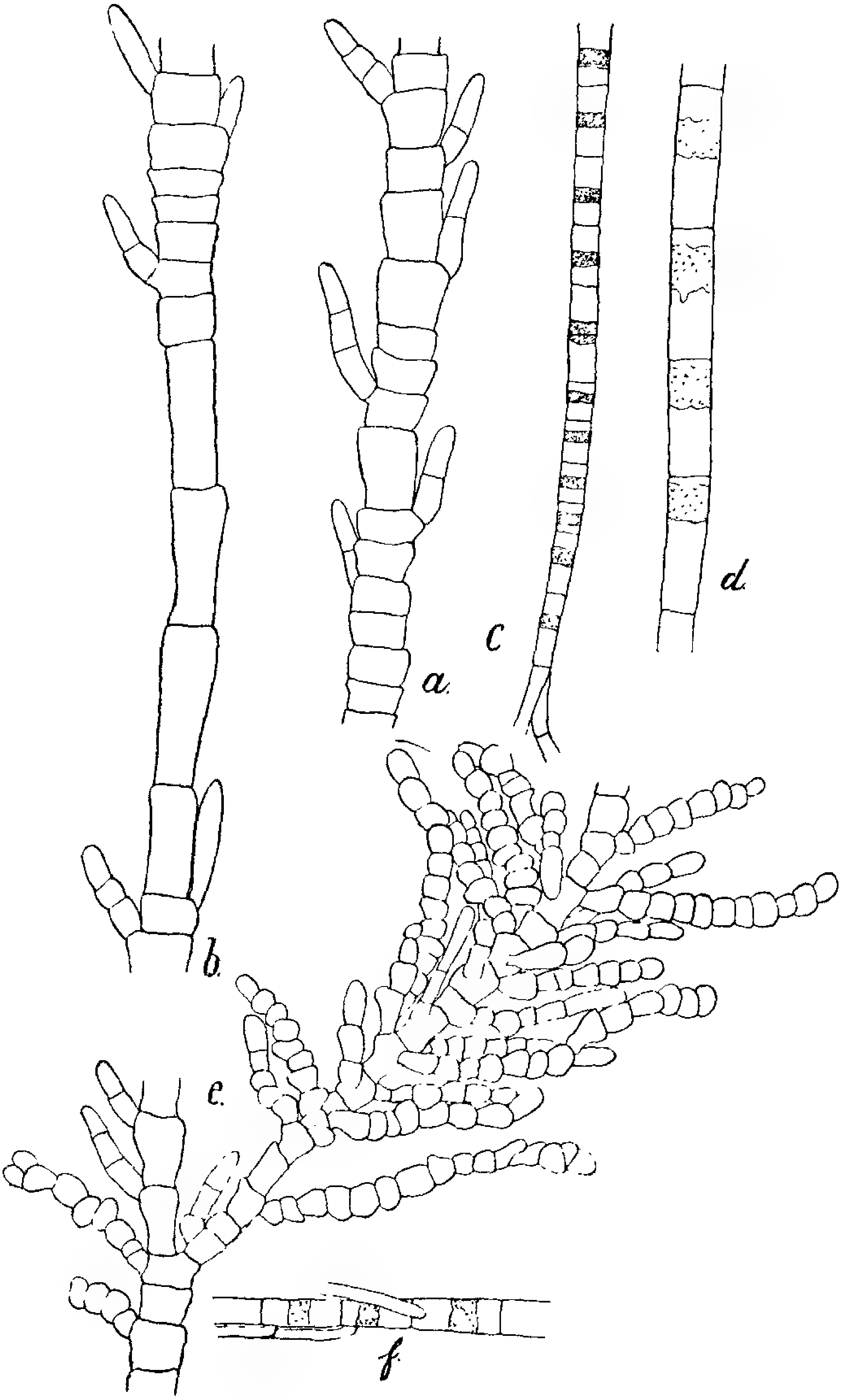
Mit obiger.

Stigeoclonium Ktzg.

* *St. Askenasyi* n. sp.

Die bloss 2—5 cm hohe Pflanze bildet kleine an Steinen aufgewachsene Räschen. In ihrem Basalteil besteht sie aus sehr schmalen, meist nur 8—10 μ breiten Zellen, welche gewöhnlich 3—4 mal länger als breit sind und an den Enden nicht oder unbedeutend eingeschnürt. Die unterste Zelle geht in Rhizoide aus, auch etwas weiter oben trifft man solche, wenn auch nur spärlich, welche dann dem Stamme enge anliegen. Von der Basiszelle an verbreitert sich der Faden stetig, und erreicht in der Stammmitte eine Breite bis zu 32—40 μ, von wo ab wieder Verschmälerung eintritt. Zugleich verkürzen sich die Zellen, so dass sie im mittleren und oberen Theile des Fadens meist kürzer als breit sind. Doch trifft man hier fast regelmässig neben einer Reihe sehr kurzer Zellen unvermittelt eine oder mehrere sehr lange an. Da diese zudem meistens plötzlich noch schmäler sind als die unteren kurzen, so erhält man den Eindruck, als erneuere sich hier gleichsam der Stamm. Fig. b unten.

Während ferner im Basaltheil die Zellen von regelmässiger, rechteckiger Gestalt sind, so sind weiterhin ihre Umrisse vollständig unregelmässig. Oft sind sie an den Enden eingeschnürt, oft nicht, meist verbreitern sie sich am Scheitel, und da die folgende Zelle dann mit schmälerer Basis einsetzt, so erhält der Faden eine bandwurmartige Gestalt. Fig. a und b oben.



Stigeoclonium Askenasyi n. sp.
a u. *b* aufeinanderfolgende Parthien aus dem mittleren Stammtheil,
c u. *d* „ „ „ „ unteren „
e Parthie aus dem oberen Stammtheil mit einem Aste,
f Parthie aus dem Basaltheil mit Rhizoiden.

Die Verzweigung ist eine doppelte. Einmal gehen vom Hauptstamme kurze, wenigzellige, unverzweigte Aestchen ab, mit schmalen, bloss 8 μ dicken und 3—4 mal längeren rechteckigen Zellen und mit kaum verschmälerten, breit abgerundeten, haarlosen Endzellen. Sämmtliche Zellen dieser Aestchen theilen sich (oft der Länge nach), schwellen an und verwandeln sich in Sporangien (Sporenästchen). Sie stehen sehr zerstreut und unregelmässig am Hauptstamme und werden nur am Ende desselben sehr häufig und dichtgedrängt.

Sehr selten, im Basaltheile ganz fehlend, nach oben kaum häufiger werdend und regellos zerstreut, findet man die eigentlichen Zweige. Sie sind ebenfalls relativ sehr kurz, und gehen ebenfalls nur einzeln ab. Ihre Zellen sind kurz und dicker (bis 20 μ) und gleichen ganz denjenigen im oberen und mittleren Stammestheil.

Nur selten tragen diese Zweige ihrerseits eben solche zweiter Ordnung. Meist sind sie von ihrer Basis an oder sicher im oberen Theile gerade wie die Stammspitze mit Sporenästchen dichtgedrängt besetzt.

Bemerkbar ist ferner, dass die Fäden, und besonders die Bündel der Sporenästchen, mit kohlensaurem Kalke reich beschlagen sind, so dass die letzteren oft nur nach Behandlung mit Salzsäure klar zum Vorschein kommen. Das Chlorophyll der längeren Zellen bedeckt wie bei St. amoenum Ktzg. nur den mittleren Theil der Zelle.

Charakteristisch scheint mir für unsere Pflanze zu sein:

1. der schmal- und langzellige, wohl entwickelte Basaltheil mit regelmässigen, fast rechteckigen Zellen;
2. die unregelmässig gestalteten, bald kurzen, bald langen, meist jedoch sehr kurzen Zellen der übrigen Pflanze;
3. der Kalkbeschlag und die Verzweigung.

Bei Sulphate in Queensland.

Stig. tenue Ktzg.

Mit obiger selten.

Microspora Thur.

* *M. abreviata* (Rabh.) Lag.

Unsere Alge stimmt gut mit der in De Toni Sylloge Algar. I enthaltenen Diagnose und der Kützing'schen Abbildung in Tab. phyc. III, Tab. 42, Fig. VIII c. Doch bildet dieselbe hier keine Flocken, sondern ist vereinzelt an Wasserpflanzen angewachsen. Die Zellen sind 9 μ breit und 12 μ lang.

Benen Park bei Brisbane; VI, 95.

Conferva Lag.

* *C. bombycina* ξ *pallida* Kützg. l. c. III, Tab. 44, Fig. IV.

Die Zellen sind 4 μ breit, 16—18 μ lang und an den Enden etwas eingeschnürt.

Mit obiger.

Vaucheria DC.

V. spec.

Es wurden bloss die reifenden Oogonien der Pflanze gefunden. Nach ihrer charakteristischen Gestalt (sie waren halbkreisförmig, der basale Durchmesser jedoch etwas convex und an beiden Enden mit stumpfen, etwas hervorragenden Verdickungen der Zellhaut versehen, 98 μ lang und 64 μ breit) glaube ich schliessen zu können, dass sie wohl von * *V. terrestris* Lyngb. herrühren, welches vielleicht am Rande des Sammlungsortes wuchs.

Blackstone Ipswich; VI, 95.

Tetraedron Ktzg.

* *T. gigas* (Reinsch) Hansg. f. *tetraedrica* Nordst. Herston Road bei Brisbane; VI, 95; zerstreut.

* *T. regulare* Ktzg. f. *major* Reinsch.
Mit obiger; seltener.

Coelastrum Naeg.

* *C. sphaericum* var. *subpulchrum* (Lag.) nob.
Mit vorhergehender Art.

Diese Varietät steht der *var. compactum* Moeb. sehr nahe und unterscheidet sich nur durch mehr oder weniger entwickelte Arme, durch welche die Zellen mit einander in Verbindung stehen. Da nun die Entwickelung dieser Arme, worauf ich schon in Hedwigia 1895, pag. 297, aufmerksam machte, sehr variabel ist, so ist es mir wahrscheinlich geworden, dass beide Formen zur selben Species zu rechnen sind. Coel. distans Turner, C. subpulchrum Lag., C. indicum Turner und C. sphaericum var. compactum Moeb. bilden eine zusammenhängende Reihe von Formen, von welchen jede folgende eine etwas geringere Entwickelung der Arme zeigt und welche sonst keine weiteren wesentlichen Unterschiede zeigen.

Im Materiale, welches ich kürzlich von R. Lauterborn aus dem Altrhein bei Neuhofen erhalten habe, waren fast alle diese Formen zugleich vorhanden neben solchen Exemplaren, deren Zellen einen nach aussen verlängerten und dort oft abgestutzten Scheitel besassen, und welche so in das typische C. sphaericum Nag. übergingen. Dieses gleichzeitige Vorkommen weist wohl auf einen genetischen Zusammenhang hin.

Fraglich ist, ob nicht auch C. pulchrum nob., welches dadurch von den genannten Formen verschieden ist, dass jede Zelle auf ihrem Scheitel einen rechteckigen, kurzen, nach auswärts gerichteten, hyalinen Fortsatz trägt, zu C. sphaericum zu rechnen sei. Eine Variabilität in dieser Richtung konnte ich bis jetzt nicht constatiren, obwohl sie vielleicht nicht unwahrscheinlich ist.

Dictyophaerium Naeg.

* *D. pulchellum* Wood.
Fenkins Steinbruch bei Bundamba; VI, 95.

Kirchneriella Schmidle.

K. lunaris Schmidle.
Blackstone Ipswich; VI, 95.

Gloeotaenium Hansg.

* *Gl. Loitlesbergereanum* Hansg.
Häufig bei Fenkins Steinbruch; VI, 95.

Es ist vielleicht bemerkenswerth, dass an diesem Standorte Cylindrocapsa geminella Wolle, von welcher unsere Alge nach Stockmayer ein Entwickelungszustand sein soll, nicht vorkam, wenigstens nicht in meinem Materiale.

Ich habe trotz des reichlichen Vorkommens nur zweizellige Formen gesehen, welche zudem dadurch ausgezeichnet waren, dass die Schleimhülle an jedem der beiden Enden in drei ziemlich symmetrisch gestellte Lappen ausging; siehe Tab. nostra Fig. 3.

Die Alge ist bis jetzt bloss aus wenigen Orten Europas und aus Indien bekannt.

Gloeocystis Naeg.

* *Gl. vesiculosa* Naeg.
Blackstone Ipswich; VI, 95.

Tetraspora Link.

* *T. explanata* Ag.
Sulphate, 1894.

Volvox Ehrberg.

V. aureus Ehrbrg.
Benen Park bei Brisbane, 95.

Trachelmonas Ehrberg.

T. volvocina Ehrbrg.
Mit voriger Art häufig.

* *T. hispida* Stein.
Mit obiger; selten.

Phacus Müller.

Ph. pleuronectes Müller.
Mit obiger, zerstreut.[1])

Spirogyra Link.

* *Sp. Baileyi* n. sp. Tab. nostra Fig. 2a u. b.

Die vegetativen Zellen sind 20—24 μ breit, 128—200 μ lang, ihre Zellhaut ist an den Enden nicht zurückgeschlagen. Sie enthalten zwei ziemlich breite Chlorophyllbänder mit 3—4 Windungen. Die fructificierenden Zellen sind kürzer, ziemlich stark angeschwollen, ca. 60μ lang und 32μ breit; die Zygoten elliptisch mit glatter Membran, ca. 28μ breit, 48—50μ lang.

---

[1]) An Protozoen konnte Herr R. Lauterborn im Materiale folgende Formen bestimmen: Arcella vulgaris und var. angularis aus dem Benen Park; aus Herston Road: Difflugia pyriformis Perty, Diffl. acuminata Ehrbrg., Diffl. holostoma Leidg. Centropyxis aculeata Ehrbrg., Trinema euchylis Ehrbrg. und Arcella vulgaris Ehrbrg.

Die Species ist durch den geringen Querdurchmesser der relativ langen Zellen und die Zweizahl der Chlorophyllbänder ausgezeichnet. Alle mehrbänderigen Arten der Section Conjugata (Vauch) Hansg. sind breiter, ausser Sp. subsalsa Ktzg., welches in Folge seiner kurzen Zellen leicht zu trennen ist.

Von den einbänderigen Arten stehen wegen ihrer schmalen Zellen nahe: Sp. mirabilis Ktzg., Sp. gracilis Ktzg., Sp. polymorpha Ktzg. und Spirog. longata Ktzg. Von der letzten Species gibt Cooke in Brit. Freshw. Alg. pag. 92 an, dass sie auch zwei Chlorophyllbänder und geschwollene Fruchtzellen besitze. Es scheint mir dieses unrichtig. Kirchner in „Algen Schlesiens“ pag. 123 betont die Einbänderigkeit als charakteristisch für unsere Art und Petit, in Spirogyres, neben der Einbänderigkeit die nicht aufgeschwollenen Sporenzellen.

Enoggera District, 27. IV. 95, theils aufgewachsen, theils grüne Massen bildend.

Sirogonium Ktzg.

* *S. sticticum* Ktzg.

Bei Herston Road, Brisbane; VI, 95; selten.

Hyalotheca Ehrbrg.

* *H. hians* Nordst. Freshw. Alg. of. New-Zeal. and Austral pag. 28, Tab. 2, Fig. 9.

Dim.: 32μ lang, 20μ breit.

Enoggera District; 27. IV. 95; selten.

* *H. dubia* Ktzg. var. *subconstricta* Hansg.

Blackstone Ipswich; VI, 95; selten.

Desmidium Ag.

D. quadrangulare Ktzg. Ralfs Brit. Desm. Tab. V.

Dimensionen 20:32μ.[1])

Herston Road; VI, 95; zerstreut.

D. Baileyi (R.) De By.

Dim.: 22:20μ.

Blackstone Ipswich; VI, 95; zerstreut.

Cylindrocystis Menegh.

* *C. Brebisonii* Menegh. var. *turgida* nob. Alp. Algen pag. 9, Tab. XIV, Fig. 15.

Dim.: 52:32μ.

Mit obiger; selten.

---

[1]) Von den beiden Zahlen bezeichnet hier und im Folgenden die erste immer die Zelllänge, die zweite die Zellbreite.

Closterium Nitzsch.

Cl. gracile Breb.
Herston Road; sehr selten.

Cl. striolatum a *typicum;* Klebs: Desm. Ost-Preuss. pag. 14.
Blackstone Ipswich; zerstreut.

* *Cl. intermedium* Ralfs Brit. Desm. tab. XXIX; Fig. 3.
Mit obiger; seltener.

* *Cl. Ralfsii* b *typicum* Klebs: Desm. Ostpr. Tab. II, Fig. 6, c.
Dim.: 500—550:52 μ.
Herston Road; VI, 95.

Gerade so gut hätten unsere Formen zu Cl. lineatum β sandwicense Nordst.: Algae aquae dulcis Sandw. pag. 9, Fig. 10 gerechnet werden können. Auch Börgesen in Desm. Bras. Tab. II, Fig. 4 und Raciborski in Desm. etc. Tab. VI, Fig. 42 zeichnen hierher gehörige Formen.

Cl. Dianae Ehrbrg.
Selten; mit obiger.

Die Zellen stimmen sehr gut mit der Figur bei Ralfs: Brit. Desm. Tab. 28. Fig. 5a.

* *Cl. incurvum* β *majus* Wittr.: Om Gotl. och Oel. Sötvattensalg. Tab. IV, Fig. 19.
Dim.: 152:12 μ.
Enoggera District; selten.

* *Cl. cornu* var. *Brasiliense* Börgesen: Desm. Bras. Tab. 2, Fig. 8, pag. 935.
Die Zellen sind etwas gerader als bei Börgesen l. c.
Dim.: 100:5 μ.
Benen Park bei Brisbane; VI, 95; selten.

Cl. Kützingii Breb. Liste Tab. II. Fig. 40.

Die Exemplare haben eine glatte, gelbliche Zellhaut, und endigen in lange, feine Hörner. Zellbreite 20 μ.
Herston Road bei Brisbane; VI, 95.

Tetmemorus Ralfs.

T. granulatus (Breb.) Ralfs.
Enoggera District; 27. IV. 94.

Triploceras Bail.

Tr. gracile Bail.
Herston Road. VI, 95; selten.

Pleurotaenium Naeg.

Pl. Ehrenbergii (R.) Delp.
Mit obiger; selten.

Pl. rectum f. *australis* Racib. Desmidya etc. pag. 10, Tab. I, Fig. 4.
Mit obiger; seltener.

* *Pl. tenue* n. sp. Tab. nostra Fig. 4.

Die ganzrandigen Zellen sind bloss 20μ breit und ca. 460μ lang, gegen den Enden zu wenig verschmälert und dort gerade abgestutzt, am Isthmus eingeschnürt, mit einem Ringe versehen und beiderseits kaum merklich angeschwollen. Die Membran ist bei unsern Exemplaren gelblich, schwach granulirt; das Chlorophyll besteht aus parietalen Längsbändern.

Herston Road; VI, 95; selten.

Pleurotaeniopsis Ld.

**Pl. turgida* (Breb.) Ld. var. *ovata* Nordst. Freshw. Alg. N. Zeal. and Austr. pag. 63, Tab. 7, Fig. 30.

Mit obiger; selten.

**Pl. subturgida* (Turner) Schmidle var. *minor* Schmidle: Algen Sumatras pag. 300, tab. VII, Fig. 4.

Unsere Exemplare stimmen in Gestalt und Zellgrösse genau mit den Formen von Sumatra und Samoa überein.

Wie aus den Bemerkungen von Moebius in Flora 1892, pag. 442 hervorgeht, hat Moebius diese Form in seinem Materiale aus Australien ebenfalls beobachtet und als Pl. turgida (Breb.) Lund. beschrieben.

Ueber das Verhältniss unserer Alge zu Penium australe Racib. siehe meine Bemerkungen zu den von Reinecke gesammelten Algen Samoas, in Englers Bot. Jahrbücher, 1896.

Sehr häufig bei Blackstone Ipswich, Herston Road und Fenkins Steinbruch bei Bundamba.

Im Materiale von Herston Road waren häufig Zygoten unserer Varietät zu finden. Dieselben waren im Durchmesser ca. 27μ gross und mit ca. 10μ langen, oft etwas gebogenen, starken Stacheln besetzt. Tab. nostra, Fig. 5.

* *Cosmarium (Pleurotaeniopsis) bigibbum* n. sp. Tab. nostra, Fig. 6a u. b.

Die Zellen sind ca. 100μ lang, 60μ breit und 48μ dick, in der Mitte mit nicht zu tiefer, enger, gerader Mitteleinschnürung versehen. Die Zellhaut ist fein punktirt, die Halbzellen besitzen eine gerade Basis, schwach abgerundete untere Ecken und verschmälern sich nach oben kugelförmig in den breit abgerundeten Scheitel. (Selten stehen die unteren Ecken papillenartig seitlich etwas vor). Charakteristisch ist die Scheitelansicht oberhalb des Isthmus. Sie ist kreisrund bis oval, und trägt auf beiden Seiten ein kleines deutlich hervorstehendes Höckerchen, welches durch eine starke Zellhautverdickung gebildet ist, das Chlorophyll besteht aus parietalen Längsbändern.

Blackstone Ipswich; VI, 95; zerstreut.

Pl. tessalata var. *Nordstedtii* Moebius l. c. 1892, pag. 443.

Sehr häufig; Herston Road; VI, 95.

Xanthidium Ehrbrg.

**X. octonarium* Nordst. New Zealland etc. pag. 42, tab. IV, Fig. 22.

Sehr selten; Herston Road.

Die Alge ist wohl ausser von Nordstedt aus Neu-Seeland noch nirgends gesehen worden.

Cosmarium Corda.

* *C. granatum* Breb.

Dim.: 32:20 μ.

Enoggera District, Blackstone Ipswich, Fenkins Steinbruch; selten.

*— *var. gibbosum* n. var. Tab. nostra, Fig 8a u. b.

Die Zelldimensionen sind 38:25—28 μ. Am Scheitel sind die Halbzellen schwach abgerundet, und haben regelmässig eine einwärts verdickte Zellhaut. Dieselbe ist überall mit breiten, sehr flachen Erhebungen besetzt. Die Scheitelansicht ist schmal elliptisch mit fast parallelen Seiten.

Blackstone Ipswich; VI, 95; zerstreut.

Die Form erinnert etwas an C. supergranatum Turner f. punctata Turner: Alg. Ind. orient. Tab. VIII, Fig. 38; pag. 57.

C. Meneghinii var. *concinnum* Rabh.

Dim.: 24:20 μ. Die oberen schief abgestutzten Ecken sind schwach, kaum merklich eingebogen.

Mit obiger; in Fenkins Steinbruch bei Bundamba in typischer Gestalt.

* *C. crenulatum* Naeg.

Die beobachteten Formen stimmen genau mit der Figur bei Naegeli: Einz. Alg. Tab. VII A. Fig. 7, c.

Blackstone Ipswich; VI, 95; selten.

* *C. subtumidum* Nordst.

Fenkins Steinbruch; selten.

*— forma. Tab. nostra, Fig. 11.

Diese Form nähert sich der f. rotunda nob. in Algenflora v. Virnheim, pag. 52, Fig. 14. Die Halbzellen gehen seitlich, jedoch beinahe in Ecken aus, so dass die Aehnlichkeit mit Cos. sexangulare Ld. eine grosse wird.

Dim.: 32:28 μ.

Blackstone Ipswich; VI, 95; sehr selten.

Wenn ich die dänisch geschriebenen Ausführungen Börgesens in Ferskvandsalger fra Ostgrönland 1894, pag. 19, richtig verstanden habe, so soll die Form rotundata und andere zu C. phaseolus Breb. gerechnet werden, wie dieses schon von Klebs in Desm. Ostpr. pag. 35 geschehen sei. Ich kann mich mit dieser Zusammenziehung nicht befreunden. C. phaseolus Breb. ist auf der Mitte der Halbzellen deutlich tumirt; vide Ralfs Brit. Desm. pag. 106, Tab. XXXII, Fig. 5c. Die von Klebs l. c. Tab. III, Fig. 41 und 42 gezeichneten Exemplare gehören desshalb nicht zu C. phaseolus Breb., wie auch Gutwinski in Flora Glonow Galicyi pag. 22 angibt. Gutwinski stellte desshalb für solche Formen die Species C. Klebsii auf, welches ich neuerdings ziemlich häufig in den Hanfrezen bei Freiburg i. B. getroffen habe. Doch hat diese Spezies, abweichend von unseren Exemplaren, eine granulirte

Membran. Die Form rotundata habe ich nun unter dem typischen C. subtumidum Nordst. bei Virnheim gefunden, sie steht nach Zellform, Dimensionen, Membranbeschaffenheit etc. ihm am nächsten und ist desshalb kaum irgend anderswo besser einzureihen.

C. phaseolus Breb. var. achondrum Boldt hat mit C. phaseolus nichts zu thun, von welchem es sich ausser durch das Fehlen des Tumors durch bedeutend grössere Dimensionen unterscheidet.

* *C. nitidulum* De Not.

Mit obiger selten.

* *C. moniliforme* (Turp.) Ralfs forma. Tab. nostra, Fig. 9.

Dim.: 48 : 28 μ.

Der Zellform nach müssen unsere Exemplare wohl zur f. elliptica Lagerh. Bidrag till Amerikas Desm. Fl. Tab. XXVII, Fig. 13, gerechnet werden. Sie sind jedoch etwas grösser, stärker eingeschnürt und haben fast kugelförmige Halbzellen. Die Scheitelansicht ist breit elleptisch, die Dicke 24 μ.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba; VI, 95; zerstreut.

* *C. minutum* Delp. forma.

Die Zellen stimmen in ihrer Gestalt gut mit C. minutum f. novizelandica Nordst. überein, doch ist die Zellhaut ähnlich wie bei C. ellipsoideum var. notatum (aus Sidney) bei Raciborski Desmidya l. c. pag. 13 stark punktirt, fast granulirt. Dim.: 29 : 21 μ.

Herston Road; VI, 95; zerstreut.

* *C. venustum* (Breb.) Arch. f. *minor* Wille: Nov. Seml. pag. 43.

Die Dimensionen sind bloss 18 : 12 μ. (Bei Wille 24 : 18 μ, bei West: Ireland 21 : 16 μ). Die Seitenlappen sind kaum merklich ausgerandet.

Blackstone Ipswich; selten.

* — var. *hypohexagonum* West: Ireland pag. 147, Tab. XXI, Fig. 1.

Herston Road; VI, 95; etwas häufiger.

* *C. hexagonum* Elf.

Blackstone Ipswich; selten.

C. obsoletum var. *punctatum* Mask.

Dim.: 56 : 56 μ.

Mit obiger; ziemlich häufig.

Die Ecken waren unten theils bedornt, theils in scharfe Spitzen ausgehend. Ein Theil der Exemplare hätte deshalb nach Turner l. c. zu C. palustre Turner gerechnet werden müssen.

* *C. pachydermum* Lund.

Mit obiger; selten.

* *C. angulatum* (Perty) Rabh. f. *major* Grunow. Turner Alg. Ind. orient. Tab. VIII, Fig. 35.

Die Zellen sind etwas breiter; Dim.: 67 : 42 μ.

* *C. Reinschii* Arch.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba; selten.

* *C. regnesii* Reinsch var. *montanum* Schmidle. Weitere Beiträge etc. Tab. I, Fig. 9.

Herston Road; selten.

West hat in Algae of Madagascar (Lin. Soc. of London, October 95) ein C. pseudoregnesii pag. 59, Tab. VI, Fig. 42 u. 43 beschrieben, welches ich mit unserer Varietät identisch halte. Da meine Arbeit schon im April 1895 in der Hedwigia erschienen ist, so hat meine Benennung Priorität. Sollte die Alge als besondere Species aufgefasst werden, so muss sie desshalb C. montanum benannt werden.

* *C. punctulatum* Breb. f. *typica* nob.

Die Zellen sind überall gleichmässig punktirt.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba; zerstreut.

* — forma.

Die Zellen zeigen auf der Halbzelle oberhalb des Isthmus in Frontalansicht im Kreise gestellte kl. Granula, wie solche von mir in Hedwigia 1893, Heft 3, pag. 7 oder von Börgesen in Ferskv. Ostgrönland Tab. I, Fig. 3 gezeichnet wurden. Die Scheitelansicht ist elliptisch, nicht tumirt.

Blackstone Ipswich; VI, 95; selten.

* — forma. Tab. nostra, Fig. 12.

Die etwas kleineren Zelldimensionen betragen ca. 26:23μ. Die Halbzellen sind am Rande wie bei der vorhergehenden Form granulirt und in der Mitte in horizontalen, nach aufwärts stets breiter werdenden Reihen; Scheitelansicht elliptisch.

Fenkins Steinbruch; zerstreut.

* *C. crenulatum R.*

Dim. bloss: 18:16μ. Die Zellform ist ähnlich wie bei Turner l. c. pag. 50, Tab. VII, Fig. 28.

Blackstone Ipswich; VI, 95; selten.

* *C. portianum* Arch.

Fenkins Steinbruch; zerstreut.

* *C. Blytii* Wille f. *australica* n. f. Tab. nostra, Fig. 15.

Die Dimensionen sind 23:20μ; die Zellgestalt stimmt mit Nordstedt's grönländischer Form gut überein (Nordst. Desm. Grönland Tab. VII, Fig. 4). Der Rand ist etwas mehr granulirt und gegen den Scheitel der Halbzelle zu befinden sich in der Mitte zwei starke (selten nur eines) horizontal gestellte Wärzchen.

Mit obiger; selten.

C. Seelyanum Wolle.

Mit obiger Species ziemlich häufig; selten bei Blackstone Ipswich.

Diese schon von Moebius in Queensland beobachtete Form scheint hier sehr verbreitert und für die Desmidiaceenflora charakteristisch zu sein, wenn sie auch nicht zu häufig in den einzelnen Gemischen vorkommt.

* *C. botrytis* β *tumidum* Wittr.

Dim.: 48:43μ.

Fenkins Steinbruch; zerstreut.

* *C. Neapolitanum* Balsamo var. *australicum* n. var. Tab. nostra, Fig. 10a u. b.

Die Zellen sind breiter als lang; Dim. 36:48μ, rechteckig, mit abgerundeten Ecken und mit einer in senkrechten Reihen granulirten Membran. Die Mitteleinschnürung ist tief, eng und linear, die Halbzellen verbreitern sich nach oben oft mit geradem, oft mit convexem Rande. In jeder Halbzelle sind zwei Pyrenoide; die Scheitelansicht ist schmal elliptisch mit fast parallelen Breitseiten und in der Mitte derselben dann und wann undeutlich breit tumirt.

Herston Road; VI, 95; zerstreut.

Eine sehr nahestehende doch längere Form beschreibt Turner l. c. pag. 72, Tab. XXIII, Fig. 10.

* *C. quadrum* var. *minus* Nordst. forma? Tab. nostra, Fig. 14.

Dim.: 48:46μ; die Granula stehen in Quincunx; die oberen Ecken sind stark abgerundet; zwei Pyrenoide in der Halbzelle; die Scheitelansicht ist nicht tumirt.

Blackstone Ipswich; VI, 95; zerstreut.

Vielleicht ist unsere Form auch zu Cos. pseudobroomei var. elegans West. Madagascar etc. pag. 62, Tab. VI, Fig. 25 zu ziehen.

* *C. amplum* Nordst. Freshw. Alg. of N. Zeal. etc. pag. 63, Tab. 6, Fig. 20.

Die Halbzellen unserer Form sind am Grunde meist etwas breiter und die unteren Ecken weniger abgerundet; sie haben desshalb meist eine etwas mehr halbkreisförmige Gestalt. Dim.: 110:78μ. Die Zellhaut ist gelb; die Warzen unserer Exemplare sind hohl.

Nordstedt l. c. bezeichnet unsere Species als fragliches Pleurotaeniopsis, und De Toni hat sie im Sylloge Algarum I pag. 912 zu dieser Art gestellt. Nach meinen Beobachtungen ist sie ein echtes Cosmarium mit zwei Pyrenoiden und zwei Chlorophyllplatten in jeder Halbzelle. Die Zellstruktur ist bei diesen dicken Formen meist erst nach Färbung und Aufhellung deutlich sichtbar.

Herston Road bei Brisbane; VI, 95.

Euastrum Ehrbrg.

* *E. inermius* (Nordst.) Turner l. c. pag. 86, Tab. X, Fig. 51.

Dim.: 56:50μ.

Mit obiger; selten.

E. cuneatum var. *solum* Nordst.

Dim.: 76:31μ.

Enoggera District; selten.

E. ansatum Ralfs.

* 1) forma *biscrobiculata* n. f. Tab. nostra, Fig. 15.

Dim.: 94:44μ. Ueber der Einschnürung befinden sich auf der Halbzelle je drei horizontalstehende Tumoren, darüber ein weiterer medianer, welcher links und rechts von je einer Scrobicula umgeben ist.

2) *var. attenuatum* n. var. Tab. nostra, Fig. 16.

Die Zellen sind bedeutend grösser als bei der typ. Form; Dim.: 120:52μ, die unteren Ecken etwas mehr abgerundet. Die

Halbzellen verschmälern sich von der breiteren Basis an in concavem Bogen relativ viel stärker in den schmalen, abgestutzten Scheitel, als alle mir bekannten Formen der Species. Gewöhnlich befindet sich oberhalb des Isthmus ein medianer Tumor, welcher von drei Grübchen (je eines links, rechts und oberhalb) umgeben ist.

Beide Formen kommen vermischt vor im Materiale von Herston Road; VI, 95; ohne dass Uebergangsformen aufgefunden werden konnten.

* *E. umbonatum* (West) nob. = E. rostratum subsp. umbonatum West: Madag. p. 51, Tab. VI, Fig. 16.

Herston Road; ziemlich selten.

E. umbonatum ist durch Zellform und Granulation von E. rostratum wesentlich verschieden. Zu ihm gehört neben der var. elegans West l. c. die var. praemorsum Nordst. N. Zeal and Austral. pag. 34, Tab. 3, Fig. 7,

* *E. Turneri* West: Ireland, pag. 141, Tab. XX, Fig. 18.

Mit obiger selten.

* *E. compactum* Wolle Desm. U. St. pag. 107, Tab. XXVII, Fig. 28 und 29.

Tab. nostra. Fig. 17.

Dim.: 32:24μ. Die Basalanschwellung der Halbzellen ist bei unsern Exemplaren mit wenigen im Kreise stehenden Granula versehen.

Formen, welche wahrscheinlich hierher gehören, jedenfalls sehr nahe verwandt sind, beschreibt Turner in Alg. Ind. orient. pag. 83, Tab. 11, Fig. 1 und pag. 80, Tab. X, Fig. 36 und 52 als E. incurvatum und annulatum.

Herston Road; selten.

Micrasterias Ag.

* *M. incisa* (Breb.) Ktzg. β *Wallichiana* Turner Alg. Ind. orient. pag. 89, tab. XIII, Fig. 6.

Dim.: 60:55μ.

Herston Road; ziemlich selten.

M. decemdentata Naeg.

Dim.: 80:60μ.

Unsere Exemplare stimmen genau mit der von Moebius in Bailey: Contributions etc. 1895, Tab. X, Fig. 17 gezeichneten Form überein.

Enoggera District Herston Road; selten.

* — *forma* Tab. nostra, Fig. 18.

Von den zwei Läppchen jedes Basallappens ist bloss der untere wieder ausgerandet, der obere geht in eine einfache Spitze aus. Dim.: 100:100μ.

Herston Road; selten.

Diese Form bildet wohl den Uebergang zwischen den beiden soeben angeführten Species.

**M. denticulata* (Breb.) Ralfs.
Mit obiger; selten.

Staurastrum Meyen.

St. orbiculare var. *depressum* Roy et Bisset: Japanese Desm. Tab. 269, Fig. 14 und Racib. l. c. Tab. II, Fig. 17.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba und Blackston Ipswich; zerstreut.

* *St. pygmaeum* var. *obtusum* Wille: Nov. Seml. Tab. XIII, Fig. 56, pag. 51.

Herston Road; selten.

* *St. bienneanum* Rabh. var. *ellipticum* Wille l. c. Tab. XIII, Fig. 49.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba; selten.

St. dilatatum Ehrbrg.

Blackstone Ipswich; selten.

* — *forma australica* n. f. Tab. nostra, Fig. 7.

Die Zellen sind gegen die seitlichen Enden zu kaum verschmälert. Die Scheitelansicht ist drei- oder viereckig mit concaven Seiten und abgerundeten Ecken. Dim.: 24:26μ.

Fenkins Steinbruch und Blackstone Ipswich; selten.

* *St. paradoxum* Meyen.

Herston Road; selten.

* *St. subpinnatum* n. sp. Tab. nostra, Fig. 20a u. b.

Diese interessante Art sieht auf den ersten Blick dem St. pinnatum Turner l. c. pag. 115, Tab. XIII, Fig. 27 und 29 sehr ähnlich, besonders der Var. simplex Turner l. c. Sie unterscheidet sich aber 1. dadurch, dass nur oberhalb am Grunde jedes der sechs radialen Arme je zwei kurze abgestutzte Prominentien sich befinden, 2. dass auf dem abgestutzten Scheitel innerhalb des Kreises der 12 Prominentien ein zweiter Kreis sehr feiner Granula steht, 3. dass die Zelle sonst glatt ist ausser je eines horizontalen Kreises beiderseits der schwachen Mitteleinschnürung. Dim.: 40:52μ (mit den Armen).

Blackstone Ipswich; selten.

* *St. gracile* var. *uniseriatum* West. Madag. Tab. 9, Fig. 3, pag. 77.

Die Zellbreite mit den Fortsätzen betrug bloss 32μ.

Herston Road; selten.

* *St. sexangulare* Ld. forma *australica* n. f. Tab. nostra, Fig. 19.

Die Form erreicht fast die typische Form Lundells an Grösse; sie ist am Scheitel weniger vorgezogen als die var. productum Nordst. Die nach aufwärts gerichteten Fortsätze des Scheitels sind sehr kurz, schlecht entwickelt und wie die langen Seitenfortsätze fast glatt. Der Scheitel ist innerhalb der Fortsätze unregelmässig fein granulirt.

Am meisten gleicht unsere Form der von Racib. l. c. pag. 31 aus Sidney beschriebenen Form der Var. productum Nordst., von welcher sie sich jedoch durch die Grösse, die Granulation des Scheitels und die kürzeren nach aufwärts gerichteten Fortsätze unterscheidet.

Mit obiger; selten.

St. sagittarium Nordst. l. c. pag. 37, Tab. 4, Fig. 6—7.

Mit obiger; zerstreut.

Cyanophyceen.

Calotrix Ag.

*? *C. parietina* Thuret.

Die Pflanze bildet senkrecht stehende, auf der Erde oder Holz etc. angewachsene kurze Räschen von kaum einem Millimeter Länge und schwarzer Farbe. Sie ist nur selten verzweigt, wird nach oben zu dünner (in ein Haar ausgehend?), ist am untern Ende oft gekrümmt und hat besonders hier meistens dicke, etwas abstehende, farblose, selten röthliche und oben zerschlitzte Scheiden. Die Heterocysten sind basilär. Die Dicke der Fäden mit den Scheiden beträgt 4—12 μ.

Bei Sulphate.

Gloeotrichia Ag.

Gl. natans Rabh.

Fenkins Steinbruch bei Bundamba; VI, 95.

Nostoc Vaucher.

N. Linkia Bornet.

Bei Sulphate.

Nodularia Mertens.

N. spumigena var. *genuina* Bornet et Flah.

Bei Sulphate.

Plectonema Thuret.

* *Pl. Wollei* Farlow.

Bei Sulphate.

Oscillatoria Vauch.

* *O. sancta* Ktzg. var. *caldariorum* Gomont.

Bei Sulphate.

Glaucocystis Itzigs.

* *G. nostochinearum* Itzgs.

Bei Sulphate mit Calothrix parietina Thuret.

Gloeothece Naeg.

* *Gloeothece Baileyana* n. sp. Tab. nostra, Fig. 21a, b. c.

Die blaugrünen Zellen sind elliptisch, 12—20 μ lang, 8—12 μ dick und von einer schön bläulich schimmernden, dicken und festen Gallerthülle umgeben, so dass die ganze Zelle eine Länge von 20—34 μ und eine Dicke von 16—24 μ erreicht. So findet man die Zellen meist einzeln, seltener zu 4—8 von einer weiten Hülle umgeben, welche vielleicht etwas dünner ist, sonst aber dieselbe blaue Farbe und Beschaffenheit zeigt, wie diejenige der einzelnen Zellen.

Bei Fenkins Steinbruch Bundamba unter Desmidiaceen zerstreut.

Rhodophyceen.

Chantransia Fr.

Ch. pygmaea Ktzg.

Bei Sulphate.

Figurenerklärung zu Tafel IX.

Fig. 1. Oedogonium undulatum var. Moebiusii nob.
„ 2. Spirogyra Baileyana n. sp.
„ 3. Gloeotaenium Loitlesbergereanum Hansg.
„ 4. Pleurotaenium tenue n. sp.
„ 5. Zygote von Pleurotaeniopsis subturgida var. minor nob. nach Färbung mit Haematoxylin. Man erkennt die seitlichen Chlorophyllbänder mit den Pyrenoiden und die beiden mittleren noch nicht verschmolzenen Zellkerne.
„ 6. Pleurotaeniopsis bigibba n. sp.
„ 7. Staurastrum dilatatum f. australica n. f.
„ 8. Cosmarium granatum var. gibbosum n. var.
„ 9. „ moniliforme f. elliptica Lag.
„ 10. „ Neapolitanum var. australicum n. var.
„ 11. „ subtumidum Nordst. forma.
„ 12. „ punctulatum forma.
„ 13. „ Blyttii f. australica n. f.
„ 14. „ quadrum var. minus Nordst.
„ 15. Euastrum ansatum f. biscrobiculata n. f.
„ 16. „ „ var. attenuatum n. var.
„ 17. „ „ compactum Wolle formae.
„ 18. Micrasterias decemdentata Naeg. forma.
„ 19. Staurastrum sexangulare f. australica n. f.
„ 20. „ subpinuatum n. sp.
„ 21. Gloeothece Baileyana n. sp.

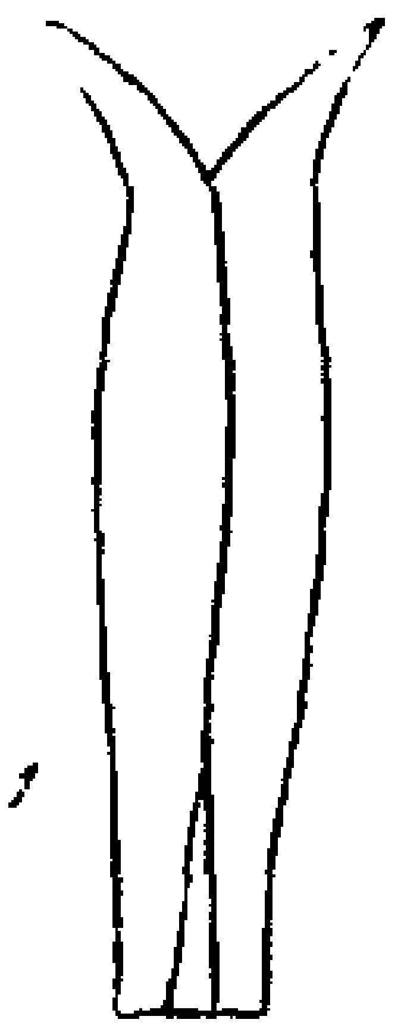
Einige Bemerkungen über Bromeliaceen.

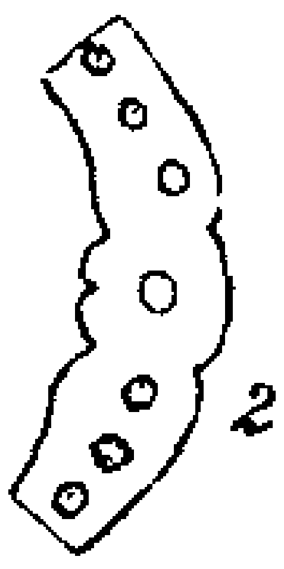
Von

Fritz Müller.

I. Noch einmal Canistrum superbum.

In meinem Garten blüht jetzt *Canistrum superbum.* Diese Gelegenheit möchte ich nicht vorübergehen lassen, ohne durch einige nach der frischen Blume gezeichnete Figuren meine früheren, Mez unverständlichen Angaben über diese Art (Berichte d. d. bot. Ges. XIII, S. 164 und 238) zu veranschaulichen. Man sieht in Fig. 1 die Blumenkrone von der Seite in nat. Gr. mit der etwa 1 cm hohen, schmalkeilförmigen, durch den Staubfaden verdeckten Lücke zwischen den Blumenblättern und Fig. 2 zeigt an einem 5mal vergrösserten Querschnitt, dass am Grunde die Blumenblätter um die volle Breite des zwischen ihnen stehen-Staubfadens von einander entfernt und gleichzeitig mit demselben verwachsen sind. Ich hoffe, dass nun auch Mez in Verständniss dieses so einfachen Verhaltens keine weitere Schwierigkeit finden wird und bedauere, dass wir einander so schwer verstehen. So vermag ich meinerseits keinen Grund zu erkennen, wesshalb Mez die Angabe von Regel für unrichtig hält, dass bei *Nidularium Makoyanum* die Blumenblätter bis zum Grunde frei seien.


1


2

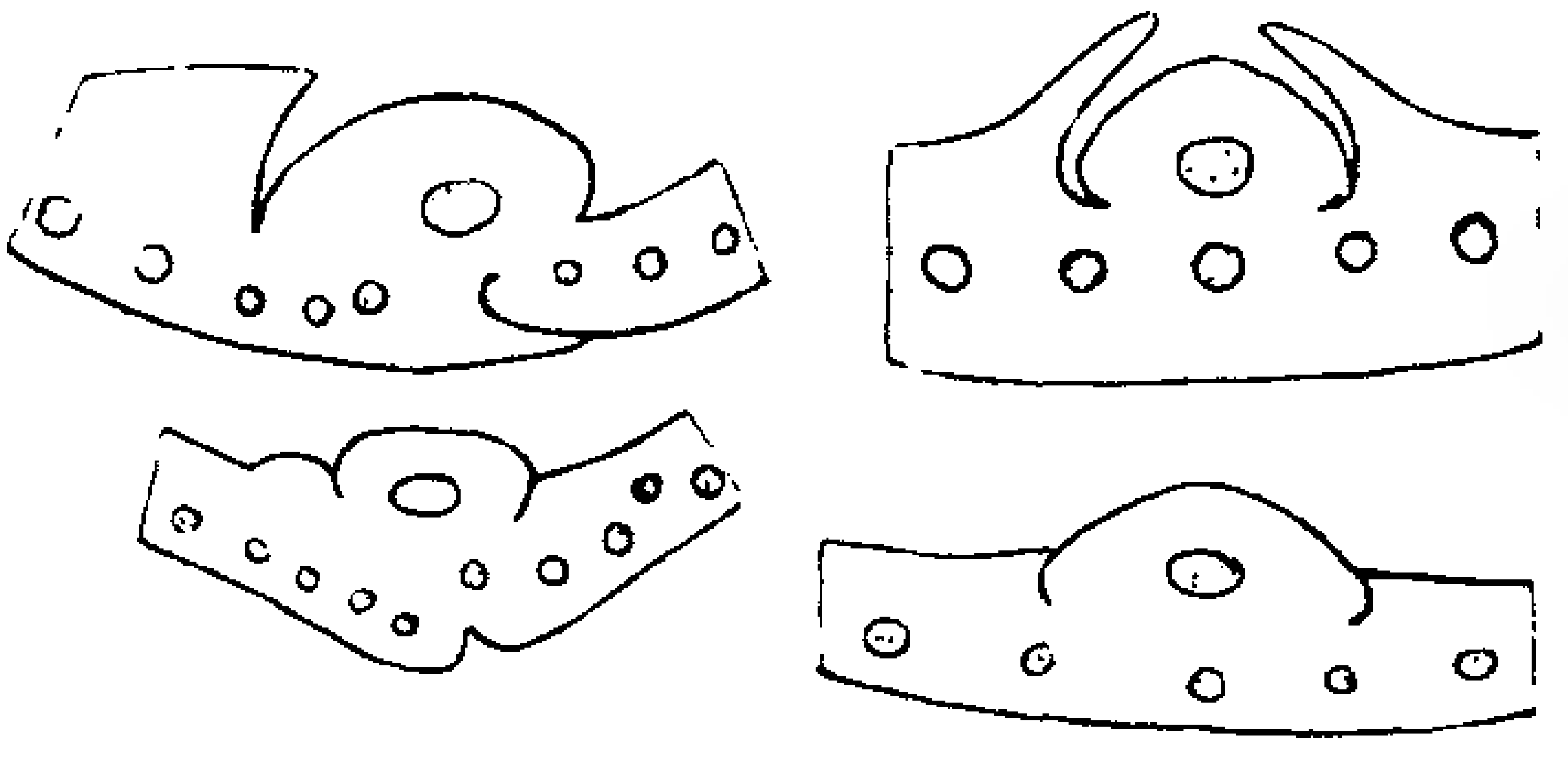
Wenn bei *Nidularium* die Verwachsung der Kelchblätter (nach Mez) von Null *(Nid. concentricum)* bis 10 mm (*N. compactum)* schwankt und wenn die Blumenblätter bald bis über $^3/_4$ ihrer Höhe *(Nid. spectabile)*, bald „basi brevissime tantum“ *(Nid. denticulatum)* verwachsen sind, so kann doch sicherlich das Vorkommen bis zum Grunde freier Blumenblätter nicht befremden.

Ich habe das Glück gehabt, 1841 als junger Student meinen Thüringer Landsmann Eduard Regel kennen und hochachten zu lernen als einen in seinem Amte (im botanischen Garten), wie in seinen wissenschaftlichen Arbeiten peinlich gewissenhaften Mann, auf dessen Wort man sich unbedingt verlassen konnte. So viel ich weiss, hat er bis zu seinem Tode sich in weitesten Kreisen dieses Rufes erfreut. Ich weiss, dass er sich eingehend auch mit Laubmoosen beschäftigte (durch ihn lernte ich, auf einem gemeinsamen Ausflug in den Grunewald die ersten Namen von Moosen kennen). Vertraut mit der schwierigen Untersuchung dieser Pflänzchen konnte er bei Untersuchung frischer, mehrere Centimeter hoher Bromeliaceenblumen sich keines groben Fehlers schuldig machen. Selbst wenn die „petala ad basin libera“ des *Nidularium Makoyanum* weniger Wahrscheinlichkeit für sich hätten und wenn sie nur beiläufig erwähnt wären, würde ich mir nicht erlauben, Regel's Angabe zu bezweifeln; um so weniger kann ich es, da sie als unterscheidendes Merkmal im Gegensatz zu dem nächstverwandten *Nidularium spectabile* hervorgehoben werden.

II. „Sepala v. petala solemniter basin usque libera“.

Dass die in der Flor. Bras. als „gewöhnlich bis zum Grunde frei“ bezeichneten Kelch- und Blumenblätter dies nicht immer sind, habe ich bereits für den Kelch von *Ananas silvestris* und *bracteatus* erwähnt und durch eine Abbildung veranschaulicht. Im Wesentlichen ebenso finde ich es bei reifen Früchten von *Ananas sativus,* nur trennt sich hier (ob bei allen Spielarten?) das Deckblatt früher von dem Kelche, als dieser von der Blumenkrone.

Als „gewöhnlich bis zum Grunde frei“ werden in der Flor. Bras. auch die Kelchblätter von *Canistrum* beschrieben. Bei den drei mir bekannten Arten *(C. superbum, bellarosa* und *Lindeni)* ist es leicht, sich an der reifen Frucht, mühsamer sich durch Querschnitte an den blühenden Blumen zu überzeugen, dass die Kelchblätter am Grunde zu einem, allerdings recht schmalen Ringe verwachsen sind. Unter den Merkmalen dieser Gattung werden auch „petala solemniter basin usque libera“ angeführt, womit freilich im Widerspruch steht, dass gleich der ersten Art, dem *Canistrum amazonicum* „petala... basi ad $^1/_5$ longitudinis in tubum connata“ zugeschrieben werden.



Gewöhnlich bis zum Grunde freie Blumenblätter finden sich ferner unter den Gattungsmerkmalen von *Vriesea* angeführt. Ich habe bisher nur wenige Arten daraufhin untersucht. Nur für eine derselben, *Vriesea unilateralis,* habe ich aufgezeichnet: „Blumenblätter vom Grunde an sich deckend.“ — Dagegen finde ich bei *Vriesea Rodigasiana, glutinosa* *incurvata* und *ensiformis* (vgl. Anm. 1) die Blumenblätter mehr oder weniger hoch in eine Röhre verwachsen, etwa 3 mm bei *Vr. Rodigasiana*, etwa doppelt so hoch bei *Vr. incurvata* und *ensiformis*.

Die nebenstehenden Figuren zeigen, 15 mal vergrössert, Querschnitte der Blumenkrone von *Vriesea incurvata.* Die beiden oberen sind dicht unter den Schüppchen, die beiden unteren dicht über dem Grunde gemacht; die beiden links zeigen den äusseren, die beiden rechts den inneren Staubfaden.

III. „Flores nocturni" in der Gattung **Vriesea.**

Die Schilderung der Gattung *Vriesea* (Flor. bras. Bromel. S. 513) schliesst mit den Worten: „flores . . . fugaces nocturni". Wem die Bedeutung der Farben in der Blumenwelt nicht völlig unbekannt ist, der braucht nur Mez' Beschreibung, z. B. von *Vriesea conferta*, zu lesen, mit ihrer bis zwei Spannen langen, bis über handbreiten flachen Aehre, aus deren purpurrothen Deckblättern citronen- oder goldgelbe Blumen hervorbrechen, um sich sofort zu sagen, dass das unmöglich eine Nachtblume sein könne. In der That blühen alle mir bekannten gelbblumigen Arten aus der Section *Genuinae* der Untergattung *Euvriesea* bei Tage und werden, wie die weit überwiegende Mehrzahl unserer Bromeliaceen, hauptsächlich durch Kolibris bestäubt; dies gilt auch für die weissblumige *Vriesea rubida,* unsere einzige Vertreterin der Untergattung *Conostachys* und selbst für die nicht durch lebhafte Farben in die Augen fallende *Vriesea scalaris* (vgl. Anm. 2).

Als gegen Abend ihre Blumen öffnende, am nächsten Morgen verblühende Arten kenne ich nur zwei, *Vriesea unilateralis* und *tessellata,* beide zur Section *Xiphion* gehörend. Aus dieser Section dürften noch manche andere Arten Nachtblumen haben; dafür sprechen die grünlichen oder bräunlichgelben Blumen, die für *Vr. atra*, *gonistachis, bituminosa, platynema, Morreni* und *Wawranea* angegeben werden. Auszunehmen sind aber wenigstens zwei hiesige Arten, die von Mez fälschlich zu *Xiphion* gestellt werden, *Vriesea Philippo-Coburgi* und *Luschnathii.* Beide blühen am Tage und werden, die letzte trotz ihrer kleinen Blumen, von Kolibris besucht.

Vriesea Philippo-Coburgi steht nicht nur im Schlüssel der Arten (S. 516) unter denen, deren „stamina petalis breviora" sind, neben der himmelweit verschiedenen *Vriesea tessellata* (man braucht kein „Monograph" zu sein, um die Unnatur dieser Gruppirung „zu empfinden"), auch in der Diagnose (S. 560) ist sie noch mit „staminibus quam petala brevioribus" ausgestattet, und erst in der sich daran schliessenden Beschreibung wachsen diese aus zu „stamina petalis + 6 mm longiora“.

Vriesea Luschnattii hatte ich, bevor ich die Flor. bras. erhielt, nach Baker's Handbook als *Tillandsia triticea* bestimmt. Mez nennt sie jetzt ebenso. Wesshalb sie zu *Vriesea* gestellt wurde, ist für den, der nicht, wie der Monograph, „die Arten einer ganzen Familie übersicht“ (aber vielleicht auch nicht so leicht das Nächstliegende), eine schwer zu lösende Frage. Dass die Art nach ihrer Keimung zu *Vriesea* und nicht zu *Tillandsia* zu stellen wäre, wusste ja Mez nicht. Von der vorangehenden Art, *Vrisea? aerisincola* sagt er (S. 555): „Species ob petala mihi ignota dubiae sedis aut *Vrieseae* adscribenda aut inter *Tillandsias* inserenda hic militat propter *Vrieseae Luschnattii* similitudinem“. Aber auch bei *Vr. Luschnattii* weiss er von den Blumenblättern nur zu sagen: Petala flava (excl. Glaziou!) ceterum mihi ignota“. Wesshalb stellte er diese zu Vriesea?

IV. Zygomorphie bei Bromeliaceen.

Die fünf dreizähligen, regelmässig mit einander abwechselnden Blattkreise der Bromeliaceenblume sind bekanntlich so gestellt, dass das unpaare Kelchblatt nach vorn, das unpaare Blumenblatt hinten liegt, jenes also dem Deckblatt, dieses der Achse zugekehrt ist. Diese Anordnung zeigt sehr gut schon die über hundert Jahre alte Abbildung der *Tillandsia ensiformis* in der Flora fluminensis (III, tab. 129); ebenso die Abbildungen von *Billbergia Bakeri* (S. 43 Fig. 21) und von *Vriesea tessellata* (S. 58 Fig. 28, C) in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfamilien (II, Abth. 4), sowie der Grundriss in Eichler's Blüthendiagrammen (Bd. I S. 166).

Die drei Blätter jedes Kreises sind in der Regel kaum von einander verschieden, so dass, in der Knospe wenigstens, die Blume als regelmässig dreistahlig erscheint; nur Kelch und Fruchtknoten stören bisweilen schon dann diese Regelmässigkeit. So sind bei *Hohenbergia* die zwei seitlichen Kelchblätter „geflügelt gekielt“; bei *Tillandsia surinamensis* (vgl. Anm. 3) und einigen verwandten Arten ist das vordere Kelchblatt entweder frei oder doch minder hoch mit den beiden hinteren verwachsen als diese unter sich; bei *Aechmea hyacinthus* (vgl. Anm. 4) und minder auffallend bei *Aechmea calyculata* sind schon in der Knospe die Stachelspitzen der Kelchblätter nach dem Ende des Blütenstandes zu gekrümmt.

Weit häufiger und augenfälliger tritt eine Störung des regelmässig strahligen Aussehens beim Aufblühen ein. Wie ich aus den Natürl.

Pflanzenfam. (II, 4 S. 46) ersehe, hat bereits Vöchting nachgewiesen, dass es sich dabei um eine durch die Schwerkraft beeinflusste „Zygomorphie der Lage" handelt. In fast allen mir bekannter Fällen solcher nachträglichen Zweiseitigkeit nähern sich dabei sämmtliche Staubgefässe, der Richtung der Schwere entgegen, dem oberen Rande der Blumenkrone, sich zugleich so drehend, dass alle Staubbeutel nach abwärts aufspringen. Bisweilen bilden dann die Staubbeutel, sich mit den Rändern aneinander legend (doch nie, so viel ich gesehen, verklebend, wie Mez mit einem „ut videtur" angibt), eine regelmässige Querwand. Der Griffel pflegt dabei gleichfalls der oberen Wand der Blumenkrone näher zu rücken.

Selbstverständlich ist diese durch die Schwerkraft bedingte Lagerung der Staubgefässe ganz unabhängig von der Lage der Blüthentheile zur Achse. Bei einfachen, genau aufrechten Aehren (z. B. von *Vriesea ensiformis*) liegen dann also die Staubgefässe unter dem unpaaren Blumenblatt, bei senkrecht niederhängenden Aehren *(Vriesea scalaris)* unter dem unpaaren Kelchblatt. Bei nicht genau im Loth befindlichen Aehren, sowie bei schief oder wagerecht stehenden Aesten einer Rispe können sie jede beliebige Lage zur Achse der Aehre oder des Astes und somit zu den Blättern der Blume einnehmen. Bei einer kleinen Rispe von *Vriesea Rodigasiana* mit nur 15 Blumen fanden sich kaum zwei hierin annähernd übereinstimmende. Man kann leicht jeder Blume die gewünschte Lage der Staubgefässe geben, wenn man sie vor dem Aufblühen in der entsprechenden Lage befestigt. Besonders bequem ist zu solchen Versuchen *Vriesea scalaris*, deren langer fadendünner Stengel, ohne sonst die Pflanze zu stören, leicht in jeder beliebigen Lage sich anbinden lässt. Selbstverständlich wird nur dann die Blume von der durch ihre Achse gelegten senkrechten Ebene in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften geschnitten werden, man kann also streng genommen nur dann von Zygomorphie sprechen, wenn eines der Blumenblätter genau nach oben oder nach unten liegt; in allen anderen Fällen, und das ist wenigstens bei Rispen die weit überwiegende Mehrzahl, wird durch jene Ebene eines der Blumenblätter und mit ihm die ganze Blume in zwei ungleiche Hälften getheilt.

Im Gegensatz zu den genannten *Vriesea*-Arten sieht man bei *Vriesea unilateralis*, deren Blumen wagerecht von dem aufrechten Stengel abstehen, die Staubgefässe alle der Unterseite der Blumenkrone aufliegen und ihre Staubbeutel nach oben aufspringen.

Dies Alles ist so einfach und meist so altbekannt, dass ich mir nicht erlauben würde, noch einmal darauf hinzuweisen, wenn nicht die *Flora brasiliensis* eine Reihe von Angaben brächte, die mit den oben angeführten Thatsachen, und nicht minder unter sich selbst in Widerspruch stehen und eine Richtigstellung wohl verdienen.

Als ich zuerst in der Schilderung der Gattung *Vriesea* (S. 511) „petala... non nunquam secundarie zygomorpha ad $\frac{2}{1}$ disposita“ erwähnt fand, hielt ich das für einen einfachen Schreib- oder Druckfehler. Das musste gerade mir um so näher liegen, da ich gewohnt bin, meine Aufsätze, deren Druck ich nicht selbst überwachen kann, durch Druckfehler entstellt zu finden. Zudem wurde ja in der nächststehenden Gattung *Tillandsia* (und sogar, wie ich später fand, in der Gattung *Vriesea* selbst bei *Vr. thyrsoidea* und *Pastuchoffiana*) von einem „sepalo antico“ und „posticis binis“ gesprochen. Es war kaum anzunehmen, dass man bei der einen der zwei, kaum durch die An- oder Abwesenheit der Schüppchen künstlich zu trennenden Gattungen das unpaare Blumenblatt, bei der anderen das unpaare Kelchblatt nach vorn verlegen könne, da selbst zwischen nahe stehenden Familien ein solcher Unterschied nur selten vorkommt. Freilich, wollte man auch das $\frac{2}{1}$ in $\frac{1}{2}$ verwandeln, so blieb immer der Widerspruch bestehen, dass einer „secundär“ durch die Schwerkraft veranlagten Zygomorphie eine bestimmte Lage zur Blütenstandsachse zugeschrieben wurde.

Bald sollte ich jedoch erfahren, dass das $\frac{2}{1}$ wirklich ernst gemeint ist. Schon in der Schilderung der Familie heisst es (S. 175): „petala... v. patenti reflexa, v. modo zygomorpho bina postica sursum curvata, anticum labium formans“ und der einzige Grundriss einer Blume, den die *Flor. bras.* bietet (Taf. 51 D), zeigt das unpaare Blumenblatt nach vorn, die seitlichen nach hinten liegend.

Die „petala ad $\frac{2}{1}$ zygomorpha“ mögen noch mehrfach in der *Flor. bras.* wiederkehren; es lohnt nicht, danach zu suchen. Doch möge noch ein Fall erwähnt sein, auf den ich zufällig vor kurzem stiess, als ich blühende Blumen einer *Pitcairnia* erhielt und die Art nach der *Flor. bras.* zu bestimmen suchte. In dem Schlüssel der Arten (S. 433) wird in der Untergattung *Eupitcairnia* die Section *Normales* von der Section *Pepinia* unter anderem dadurch unterschieden, dass bei jener die „petala si non revoluta dispositione $\frac{3}{0}$ zygomorpha“, bei dieser aber „dispositione $\frac{2}{1}$ zygomorpha“ sein sollen. Dabei ist merkwürdig, dass von den zwei in der *Flor. bras.* aufgeführten Arten von *Pepinia* bei der einen *(aphelandraefolia)* nach der Beschreibung (S. 459) die petala ad $\frac{3}{0}$ zygomorpha, bei der anderen *(amazonica)* aber gar nicht untersucht worden sind. Den Untergattungen *Phlomostachys* und *Neumannia* wird die Stellung $\frac{2}{1}$ zugeschrieben.

Die Stellung $\frac{3}{0}$ ist nun, wie meine Blumen zeigten, die gewöhnliche, bei welcher das unpaare Blumenblatt nach hinten, die seitlichen nach vorn liegen; nur sind diese ein wenig nach hinten geschoben und bilden so mit dem unpaaren ein Dach über die Staubgefässe. — Nach der *Flor. bras.* würden also hier sogar in ein und derselben Untergattung Blumen mit nach hinten und solche mit nach vorn liegendem unpaarem Blumenblatt sich finden.

V. Die „ligulae nectariferae“.

Man fühlt sich in die Zeit Linné's und des alten Vellozo zurückversetzt, wo „nectarium“ noch ein rein morphologischer Begriff war, wo noch kein Sprengel verlangt hatte, dass die „Saftdrüse“ auch Saft liefere, wenn man in der *Flor. bras.* in der Schilderung der Familie der Bromeliaceen (S. 175) liest: „petala . . . saepissime intus prope basin v. altius *nectariis* aut singulis aut crebrius binis *hyalinis* . . . aucta“. Schon Sprengel würde sie nach diesen Worten nicht als „Saftdrüsen“ anerkannt haben, die er daran erkennt, dass sie „fleischicht, glatt und mehrentheils gefärbt“ sind; sie würden ihm als „Saftdecke“ gegolten und ihn veranlasst haben, anderwärts nach den Saftdrüsen zu suchen. Ein dünnes durchsichtiges Häutchen sollte doch heute auch ein „mit trockenem Material arbeitender Systematiker“ nicht mehr „nectarium“ nennen; geradezu unverzeihlich ist es bei den Bromeliaceen, weil man hier längst weiss, wo die wirklichen Honigdrüsen liegen. (Engl. u. Prantl Nat., Pflanzenfam. II, 4, S. 43, Fig. 21 B, n). — Weiterhin werden in der *Flor. bras.* die „nectaria“ ersetzt durch den ebenso unpassenden Ausdruck „ligulae nectariferae“ und neuerdings sind sie bei Mez zu „Ligularschuppen“ geworden.

„Ueber die Wichtigkeit der Ligularschuppen für die Systematik“ sagt nun Mez (Berichte d. d. bot. Gesellsch. XIII S. 237), „können gar keine Zweifel mehr obwalten. – Ohne Berücksichtigung der Ligularschuppen können die *Poratae* überhaupt nicht in Gattungen zerlegt werden; die ganze Gruppe der *Aechmeinae* würde ohne dieses Merkmal ein Chaos von 177 Arten bilden.“ — Das widerlegt sich selbst. Die Ligularschuppen allein würden nur eine Zweitheilung in Arten mit und solche ohne diese Gebilde ergeben. Es werden aber unter den *Poratae* nicht weniger als 13 Gattungen aufgestellt, zu deren Unterscheidung also andere Merkmale da sein müssen. Ich überlasse es Mez, zwei dieser Gattungen zu nennen, die einzig durch die Schüppchen zu unterscheiden sind. Findet sich ein solches Paar, so darf man die zwei Gattungen getrost für naturwidrig erklären. Findet sich, wie ich erwarte, kein solches Paar, so finden sich dagegen, was Mez freilich nicht wusste, gerade in der am leichtesten auf den ersten Blick zu erkennenden Gattung *Ananas* Blumenblätter mit und solche ohne Schüppchen. Eine zwischen den schüppchentragenden und schüppchenlosen Arten gezogene Grenze würde mitten durch die vielleicht natürlichste aller Aechmeinengattungen hindurchgehen. Auch abgesehen von dem Mangel der Schüppchen will sich *Ananas silvestris* der in der *Flor. bras.* (S. 180) gegebenen Uebersicht der Aechmeinengattungen nicht einfügen. Man würde ihn ohne Frage einreihen müssen unter „*a.* Folia caulina radicalibus isomorpha, haud vaginacea, valdeque aculeata“. Auch *Ananas bracteatus* und von *Ananas sativus* wenigstens die mir bekannten Spielarten ständen besser unter *a.*, als unter „*b.* Folia caulina a radicalibus valde diversa vaginacea integra v. minute solum serrulata“. Sagt doch Mez selbst in der Schilderung der Gattung *Ananas* (S. 289): „Inflorescentia in caulis brevis validique foliis normalibus subaequalibus viridibus valdeque aculeatis praediti apice.“

Wäre indessen auch die Befürchtung von Mez begründet, dass ohne Berücksichtigung der Schüppchen „die *Aechmeinae* ein Chaos von 177 Arten bilden“ müssten, was wäre dabei Schlimmes? Unter unseren Orchideen haben wir *Habenaria* und *Oncidium* mit etwa 300, *Pleurothallis* und *Epidendrum* mit etwa 400 Arten und Taubert fürchtet sich nicht vor Gattungen mit mehr als tausend Arten (*Astragalus*). Solche Riesengattungen mögen auch ihre Schattenseite haben, dürften aber immer noch endloser Zersplitterung und zahllosen „monotypischen“ Gattungen vorzuziehen sein. „In my opinion“, sagt Darwin (Lepadidae 1851 S. 216), „this inordinate multiplication of genera destroys the main advantages of classification“.

„Berücksichtigt man aber“, fährt Mez fort, „um die Art mit *Nidularium* zu vereinigen, bei *Canistrum amazonicum* dieses Merkmal (das Vorhandensein der Schüppchen) nicht, so kehrt es doch bei der Neueintheilung der Gattung wieder und fordert Beachtung. Dann müsste eben *Canistrum amazonicum* eine besondere Untergattung bei *Nidularium* bilden, **könnte niemals**, wie Müller will, bei *Eunidularium* Platz finden.“ Nach diesem ex cathedra gesprochenen „non possumus“ war ich höchlich überrascht, als ich bei dem Versuche, unsere *Pitcairnia* zu bestimmen, fand, dass der Schlüssel der Arten (S. 433) in der Section *Normales* der Untergattung *Eupitcairnia* einer Reihe von Arten „*a.* Petala intus ligula simplici v. rarissima in binas divisa aucta“, einer zweiten Reihe „*b.* petala omnino eligulata“ zuschreibt. Hier vertragen sich also recht gut nicht nur in derselben Gattung, sondern selbst in ein und derselben Section einer Untergattung Arten mit und solche ohne Ligularschuppen. Was der Monograph bei *Pitcairnia* sich selbst gestattet hat, sollte er doch billigerweise einem anderen bei *Nidularium* nicht mit einem schroffen „Niemals!!“ verbieten.

VI. Die Aufblühfolge der Nidularinen.

„Die von Müller gegebenen Unterscheidungen der Gattungen *Canistrum* und *Nidularium* nach der Aufblühfolge“, sagt Mez, „sind ja sehr nett; aber wie ‚fasst‘ man diese Unterschiede, wie verwendet man sie zu einer brauchbaren Diagnose? Wie können Verhältnisse, welche einem Morren an seinem reichen lebenden Material entgangen sind, für den mit trockenem Material arbeitenden Systematiker Verwendung finden?“

Ich will nicht mit Mez über den Werth der von ihm und der von mir bevorzugten Merkmale rechten, ich begreife sehr wohl, dass er die an trockenem Material (zu deutsch: Heu) „leicht zu studirenden Ligularschuppen“ vorzog, möchte aber doch darauf hinweisen, dass die Zoologen — und von der Zoologie bin ich ja zu meiner Jugendliebe, der Botanik, zurückgekehrt — längst aufgehört haben, ein Merkmal dessalb höher zu werthen, weil es „leicht zu studiren“ ist oder es desshalb gering zu schätzen, weil es nicht an jedem Stück nachzuweisen ist. Niemand nimmt heute daran Anstoss, dass man bei den Schnecken grösseres Gewicht auf das Gebiss als auf die in den meisten Sammlungen allein vorhandenen Schneckenhäuser legt, oder dass v. Ihering bei diesen Thieren nach der Anordnung des Nervensystems *„Orthoneura“* und *„Chiastoneura“* unterscheidet, obwohl auch von denen, die über „reiches lebendes Material“ verfügen, gewiss nur sehr Wenige zur Untersuchung des Nervensystems befähigt sein werden.

Auch unter den Pflanzenforschern mehrt sich ja die Zahl derer, die als Grundlage eines natürlichen Systems „das allgemeine Studium der Pflanze verlangen“ und auf die „allgemeinen Verhältnisse des Aufbaues“ das Hauptgewicht legen. Ich brauche nur an Pfitzer's glücklichen, wenn auch nicht in allen Einzelheiten unanfechtbaren Versuch zu erinnern, das herkömmliche System der Orchideen durch ein natürlicheres zu ersetzen.

Um auf den vorliegenden Fall zurückzukommen, so ist es keineswegs schwierig, auch an trockenen Blüthenständen der Nidularinen, zwar nicht den Blüthentag jeder einzelnen Blume, aber doch alles das festzustellen, was ich als Unterschied zwischen *Nidularium* und *Canistrum* hervorgehoben habe. Es ist leicht zu ermitteln, in welcher Richtung die Deckblätter der Aeste, sowie der Blumen der Endähre übereinander greifen und ob die erste Blume eines Astes rechts oder links steht, ebenso, ob die oberen oder die unteren Aeste zuerst blühen; selbst an nicht zu jungen noch nicht blühenden Blüthenständen wird dies durch die Grösse der Knospen verrathen und an alten, deren Früchte schon zum Theil reif und durch Thiere entfernt sind, durch den Ort, an welchem die noch übrigen, unreifen sich finden. So konnte ich von einem grossen Blüthenstande des *Canistrum superbum,* von dessen 201 Früchten 95 schon fehlten, einen vollständigen Plan aufnehmen und unter anderem feststellen, dass von den 45 Früchten des Mittelfeldes die 30 äusseren (66 %), von den 55 Früchten der drei untersten der 11 Aeste 24 (oder 43 %) und von den 55 Früchten der vier obersten Aeste erst 16 (oder 29 %) entfernt waren, woraus sich ergab, was ich als Regel für *Canistrum* schon lange kannte, dass zuerst das Mittelfeld und dass die unteren Aeste vor den oberen zu blühen begonnen hatten.

Auf die Frage, wie man diese Unterschiede „fassen“, wie man sie zu einer brauchbaren Diagnose verwerthen könne, scheint mir die Antwort sehr nahe zu liegen. Man kann einfach sagen, dass bei *Canistrum* die unteren Aeste vor den oberen blühen, bei *Nidularium* umgekehrt; man kann noch kürzer jene Blüthenfolge aufsteigend, diese absteigend, oder wenn man ein gelehrter klingendes griechisches Wort will, jene anodisch, diese kathodisch nennen. Für die unter den Nidularinen noch nicht beobachteten Fälle, in welchen das Aufblühen in der Mitte des Blüthenstandes beginnt, könnte man dann die Bezeichnung amphiodisch wählen. Solches in der Mitte beginnendes Aufblühen kommt sowohl bei Aehren wie bei Rispen vor. Es mag von den einen und den anderen ein Beispiel folgen. An einer Aehre von *Aechmea hyacinthus* blühten am 7./10. 95 neun Blumen, über denen noch 17, unter denen noch 28 Knospen standen; die drei untersten dieser 28 blühten am 23./10., die 4 obersten jener 17 erst am 25./10. Immer stehen die zuerst blühenden Blumen dieser hier sehr häufigen Art über der Mitte, fast immer aber blühen die untersten Blumen vor oder zugleich mit den obersten.

An einer Rispe von *Vriesea tesselata*, die vom 16./1. bis zum 17./2. 95 in meinem Garten blühte, begann das Blühen am 16./1. mit den ersten Blumen des 10. und 11. Astes, von da an auf- und abwärts fortschreitend, so dass am 23./1. die erste Blume des untersten, am 5./2. die des obersten (24.) Astes blühte. Die Endähre hatte nur 3 verkümmerte Knospen.

Systematisch verwerthbare Ergebnisse haben mit Ausnahme der Nidularinen meine zahlreichen Beobachtungen über die Aufblühfolge bisher nicht ergeben; so will ich mich darauf beschränken, als auffallende Uebereinstimmung zwischen weit verschiedenen Arten zu erwähnen, dass sich darin *Tillandsia geminiflora* in allen Stücken verhält wie *Eunidularium.*

VII. Tillandsia bracteata und concentrica der Flora fluminensis.

Auf *Tillandsia bracteata* komme ich noch einmal zurück, weil Mez (Berichte d. d. bot. Ges. XIII, S. 239) an diese Art, die er trotz der *Flor. flum.* gezeichneten Schüppchen für ein *Nidularium* hält, die Bemerkung knüpft: „die Flüchtigkeit, mit welcher die „*Flora fluminensis*“ angefertigt wurde, ist genügend bekannt; irgend welche Sicherheit, dass eine Analyse zur Hauptfigur gehöre, ist selten vorhanden“.

Nun ist ja die Möglichkeit zuzugeben, dass bei *Tillandsia bracteata* ein Versehen stattgefunden habe, dass auf Taf. 125 Hauptfigur und Analyse nicht zusammengehören, ebenso aber die Möglichkeit, dass bei Rio de Janeiro ein *Canistrum* vom Aussehen der *Tillandsia bracteata* vorkomme oder vor hundert Jahren vorgekommen sei. Jedenfalls ist die Annahme von Mez nur eine noch zu beweisende Vermuthung.

Zu beweisen aber ist eine solche „Flüchtigkeit“ für die Taf. 67 der Bromeliaceen der *Flora brasiliensis*, die einzige fast, die ich genau mit dem Texte verglichen habe als Vorbereitung zu einem Ausfluge, auf welchem ich die betreffende Art *(Aechmea gamosepala)* an der von Schenck bezeichneten Stelle suchen wollte. Im Texte heisst es von ihr (S. 325): „placentis inter $^3/_4$ altit-apicemque lineatim affixis“ und das wird wohl richtig sein; in der Abbildung dagegen erstreckt sich das Samenpolster durch die ganze Länge des Fruchtfaches.

Noch in einem anderen Falle hat Mez seinem Zeichner einen Fehler hingehen lassen, den er an dem der *Flora fluminensis* rügt. In einer Anmerkung zu *Nidularium concentricum* (S. 240) wird die übergrosse Zahl der gleichzeitig blühenden Blumen, welche die Abbildung der *Tillandsia concentrica* (III tab. 133) zeigt, mit Recht als etwas bezeichnet, „quod nulla in specie subgeneris nostri occurrit“. Nun, als ich kurz nach dem Eintreffen des Fascic. CX der *Flora brasiliensis* mit meinem Enkel Fritz Lorenz die Abbildungen betrachtete, rief der damals kaum zehnjährige Junge beim ersten Blick auf die künstlerisch untadelhafte Abbildung des *Canistrum cyathiforme* (Taf. 57): „Das ist aber doch unmöglich! so viele Blumen an einem Tage!“ — In der That sind unsere *Canistrum*-Arten ausgezeichnet durch die geringe Zahl der gleichzeitig blühenden Blumen. Nach der Abbildung zu schliessen, würde *Canistrum cyathiforme* eine Blüthezeit von zwei bis drei Tagen haben, während grössere Blüthenstände unserer Arten ebenso viele Monate blühen. Ein Blüthenstand von *Canistrum Lindeni* z. B. brauchte für seine 216 Blumen die Zeit vom 16./3. bis zum 8./6. 1893. — Nur an einem einzigen Tage (11./4.) stieg die Zahl der Blumen auf neun.

VIII. Die Verbreitung der Nidularinen.

In der *Flora brasiliensis* heisst es von *Nidularium* (S. 212): „regionum calidissimarum humidarumque incolae“ und ebenso von *Canistrum* (S. 249) mit dem Zusatze: „impsimis mari adjacentium“. Damit will schon die (S. 629) gegebene Uebersicht der Vertheilung der Arten über die einzelnen Staaten Brasiliens nicht stimmen; denn danach finden sich in:

	S^{ta} Catharina	S. Paulo	Minas	Rio	Bahia	Pernambuco	Hyldea
Nidularium:	2	4	—	20	1	—	—
Canistrum:	1	—	1	1	—	1	1

Nidularium fehlt darnach vollständig, wo man die meisten Arten erwarten sollte, in den „regiones calidissimae humidaeque“ der Hylaea und in den Nordstaaten findet sich überhaupt nur eine einzige Art, das bis nach Santa Catharina verbreitete *Nidularium bracteatum* Mez. Auch wenn man das von Mez zu *Canistrum* gezogene *Nidularium amazonicum* mitrechnet, wird hierin wenig geändert. Von den 18 Arten des Staates Rio de Janeiro, deren Fundort näher bezeichnet ist, wachsen 12 an hochgelegenen, meist weit vom Meere entfernten Orten: Petropolis, Theresopolis, Serra da Estrella, da Bica, und für die übrigen wird unter anderen „Copacahana, in sabulosis“, die Restinga bei Maná und die Praia do Arpoador als Standort angegeben, also nicht „regiones humidae“, sondern trockener sandiger Meeresstrand. Noch ungünstiger stellt sich das Verhältniss für den heissen feuchten Norden, seit in Santa Catharina 6, oder mit Einschluss der von Mez zu *Nid. Scheremetiewii* gezogenen Nr. 1203 der *Bromeliaceae Schenckianae* 7 Arten gefunden worden sind, von denen eine im Sande und auf niedrigem Gesträuch in der Restinga der Praia do Itajahy, der Praia brava u. s. w. wächst, eine andere noch unbeschriebene Art bisher nur auf dem Gipfel des 900 m hohen Spitzkopf bei Blumenau gefunden worden ist. Auch vom Hochland des Nachbarstaates Paraná erhielt ich ein, wahrscheinlich als eigene Art von *Nid. Paxianum* zu trennendes *Nidularium.*

Von *Canistrum* soll die eine der 8 Arten (*C. amazonicum* mitgezählt, dessen Stellung in der Gattung noch streitig ist) im Staate Pará wachsen, eine in Pernambuco, eine in Minas, eine in Rio de Janeiro, zwei an unbekanntem Orte in Südbrasilien, eine in S^{tae} Catharina (müsste heissen: Paraná; denn zu diesem Staate und nicht zu Santa Catharina gehört der Hafen von Paranaguá, wo *Canistrum viride* gefunden wurde). Die letzte mit „patria ignota", *C. Lindeni,* in Santa Catharina unter 27° S. B. — Es wächst also mehr als die Hälfte, 4 von 7, oder wenn man *Nidularium amazonicum* mitrechnet, 5 von 8 in den beiden südlichsten der in Betracht kommenden Staaten und von den übrigen eine in Minas, welches Niemand zu den „regiones calidissimae humidaeque" rechnen wird. Den Nordstaaten bleibt unbestritten nur das eine *Canistrum aurantiacum.* Für das „imprimis mari adjacentium" lässt sich wohl nur das auf einer Insel im Hafen von Paranaguá gesammelte *Canistrum viride* anführen.

Als weiteren Beleg, mit welcher Sorgfalt auch die geographische Verbreitung der Bromeliaceen in der *Flora brasiliensis* abgehandelt wird, möge noch erwähnt sein, dass es von dem Küstengebiet, welches „besonders die Staaten[1]) Bahia, Rio de Janeiro, Paraná und Santa Catharina umfasst" (wesshalb ist S. Paulo ausgeschlossen?), auf Seite 628 heisst: „Dyckiae contra generis hic binae solum species, altera in provincia Rio de Janeiro *(D. brevifolia)* altera in provincia S^{tae} Catharinae *(D. sulfurea)* inventae". Auf der nächsten Seite 629 dagegen werden in der schon erwähnten Uebersicht unserem Santa Catharina richtig drei Arten zugestanden. Jene erste Angabe ist um so verwunderlicher, da eine der drei Arten sogar den Namen *D. catharinensis* führt.

So ist das Ende des Anfanges würdig und ich könnte mit den Worten schliessen, mit denen vor Jahren Strasburger seine Besprechung von meines Bruders Hermann Buch: „die Befruchtung der Blumen durch Insecten" schloss (Jenaer Litteraturzeitung 1874, Artikel 140): „dass das Buch bis zur letzten Seite den Stempel einer

---

1) Mez sagt „provincias". Die Kunde von dem Sturze des Kaiserreiches und der Erhebung der früheren Provinzen zu selbständigen Bundesstaaten scheint also noch nicht bis in den Breslauer botanischen Garten gedrungen zu sein.

seltenen Vollendung an sich trägt". Nur wäre das Wort „Vollendung" vielleicht durch ein anderes zu ersetzen, dessen Wahl ich dem Leser überlasse.

Anmerkungen.

1) Unter *Vriesea ensiformis* verstehe ich die von **Schenck** (Nr. 882) hier gesammelte, von **Wittmack** als *ensiformis* bestimmte Art, die mir weit besser zu der Abbildung der Flor. flum. (III, tab. 129) zu stimmen scheint, als die Beschreibung in der *Flor. brasiliensis* (S. 531).

2) *Tillandsia simplex Vell.* (Fl. flum. III, tab. 130) wird von **Mez** für *Vriesea scalaris Morr.* erklärt und diese daher in *Vr. simplex Beer* umgetauft. Es ist das wohl die kühnste und unglücklichste Deutung, die **Mez** den Bromeliaceen der *Fr. flum.* hat angedeihen lassen. Von anderem abgesehen heisst das, einen dicken aufrechten Mastbaum für ein über Bord hängendes Schiffstau erklären.

3) *Tillandsia surinamensis Miq.* Unsere Art stimmt vollständig überein mit der Beschreibung der *Tillandsia pulchella* (im Schlüssel der Arten heisst sie *pulchra*) *var. surinamensis* der *Flora brasiliensis* und wurde mir auch durch **Mez** als solche bestimmt. Sie unterscheidet sich von der typischen *pulchella* nicht nur durch die lange (bis 7 cm), viel-, meist etwa 15-, bisweilen mehr als 20blüthige Aehre, die auf geradem meist fast wagerechtem Schaft weit aus den aufwärts gekrümmten Blättern hervorragt, also nicht nur durch die von **Mez** hervorgehobenen Merkmale, sondern auch durch die nicht 1,5 mm, sondern 4–5 mm freien hinteren Kelchblätter, die nach dem Ende zu deutlich gekielt sind. Besonders um des letzten Merkmales willen möchte ich sie als eigene Art betrachten. Im Gegensatz zu den meisten hiesigen *Vriesea*-Arten bleiben die weissen, weit über die rothen Deckblätter hervorragenden Blumen eine Reihe von Tagen frisch und folgen sich (von unten nach oben) so rasch im Aufblühen, dass man nicht selten sämmtliche Blumen einer Aehre gleichzeitig in Blüthe antrifft. Sie gehört zu den lieblichsten unserer Bromeliaceen.

4) *Aechmea hyacinthus.* Diese stattliche, hier sehr häufige Art ist nächstverwandt mit *Aechmea cylindrata Lindm.* Ich bin erst spät auf diese Verwandtschaft aufmerksam geworden, Dank dem Schlüssel der Arten, der auch in dieser Gattung, mehr noch als bei *Vriesea* (s. o. *Vr. Philippo-Coburgi*) angefertigt zu sein scheint, um den Weg zur Auffindung der Arten nicht zu er-, sondern zu verschliessen. Ich darf diesen Vorwurf wenigstens für die genannte Art nicht unbewiesen lassen.

Unter den Arten mit „inflorescentia simplex spicata" und „sepala apice armata" werden unterschieden:

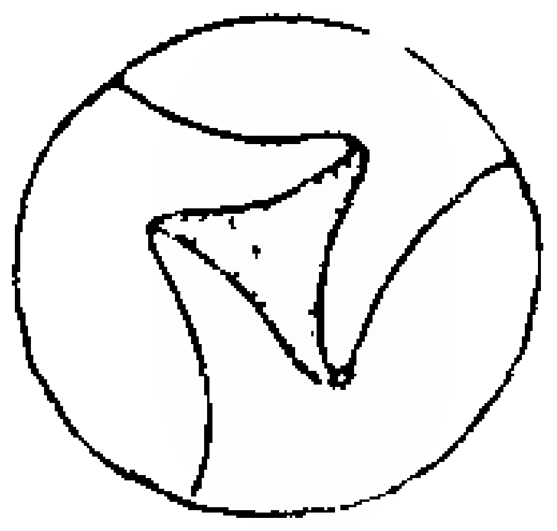
1. sepala basi ± alte connata, ovula nunquam caudata. Das passt für unsere Art, aber unter dieser Gruppe finden wir nur die Untergattung *Ortgiesia* mit „bracteae florigerae serratae" und die *Aechmea gamosepala.*
2. sepala basin usque libera v. si connata tum ovula manifeste caudata. Das passt nicht, die Kelchblätter sind verwachsen und die Samenanlagen ohne Anhang. Doch ein drei gibt es nicht, also suchen wir unter zwei weiter und finden
   a) Inflorescentia laxe spicata, bracteae haud pungentes, ovula plerumque excaudata. *Subgenus Pothuava.*

*) Sepala basi altiuscule connata. Das wäre wieder unser Fall; aber wir finden hier nur *Ae. Lindeni, calyculata* und *Selloana* (später S. 354 heisst sie *Selloviana,* aber keine 10 Zeilen weiter unten wieder *Selloana*). Beiläufig sei bemerkt, dass bei diesen drei Arten trotz der verwachsenen Kelchblätter die Samenanlagen als „apice late obtusa nec appendiculata", als „apice obtusa" und als „exappendiculata" beschrieben werden, und dass trotz der Inflorescentia laxe spicata *Ae Lindeni* eine „infl. *dense* ellipsoideo-spicata", *Ae. calyculata* einen „axis *undique* floribus obtectus" und die von *calyculata* nicht zu trennende *Ae. Soloana* eine „infl. *perdensa*" erhält.

Es bleibt uns nichts übrig, als uns unter

**) *Sepala omnino libera* umzusehen und hier werden wir endlich zu *Aechmea cylindrata* geführt, die freilich nach Lindman's Beschreibung (cf. 358): „Sepala basi ad 3 mm in tubum connata" besitzt. Ich hebe aus Lindman's Beschreibung Merkmale hervor, durch die sich *Aechmea cylindrata* von *Ae. hyacinthus* unterscheidet: „Inflorescentia 30 mm diam. Flores 20 mm longi. Calyce cum ovario 14 mm longo. Petala 12 mm longa, patentia, lamina pallide violacea. Filamenta libera. Floret Decembri."

Dagegen hat bei *Ae. hyacinthus* die Aehre meist 60 mm und darüber, bisweilen bis 70 mm Durchmesser, die Blüthen sind 30 mm und mehr, selten weniger lang, Kelch mit Fruchtknoten 16—18, in der Frucht + 24 mm lang, die Blumenkrone + 18 mm lang, blass himmelblau, die Blumenblätter aufrecht, nur wenig sich öffnend. Staubfäden des inneren Kreises fast ausnahmslos mehr oder weniger hoch mit den Blumenblättern verwachsen. Blüthezeit: August bis October.



Vergr. 2:1. 27. 8. 93.

Die Höhe der Verwachsung der inneren Laubfäden kann von Null bis 9 mm! wechseln; jenes wurde bei 25 Blumen zweimal, dieses einmal gesehen und zwar nur bei einem einzigen Staubfaden der Blume (0, 2, 3; — 9, 5, 6). Der grösste in derselben Blume gefundene Unterschied war 6 mm (8—4 -2; 7 2—1). Die mittlere Höhe der Verwachsung betrug für die 25 Blumen 3,6 mm; in derselben Blume schwankte die mittlere Höhe von 5/3 bis 20/3.

So erhebliche Unterschiede in der Höhe der Verwachsung dürften nur selten vorkommen, aber man sollte sich doch hüten, nach Untersuchung von einer oder wenigen trockenen Blumen dieses Merkmal in die Diagnose aufzunehmen.

Auf die verschiedene Blüthezeit möchte ich desshalb Gewicht legen, weil man für Pflanzen derselben Art eher das umgekehrte erwarten würde: früheres Blühen in der Umgebung des heisseren Santos.

Blumenau, den 10. April 1896.

Untersuchungen über Farnprothallien.

Von

Carl Heim.

Gegen die Mitte dieses Jahrhunderts wurde der sexuelle Vorgang am Farnprothallium entdeckt, welcher die Entstehung junger Farnpflänzchen zur Folge hat. Seit dieser Zeit sind die Farnprothallien der Gegenstand fortgesetzter Untersuchungen gewesen, man studierte ausser der Entwickelungsgeschichte der Vorkeime besonders ihre Geschlechtsorgane und die Entstehung derselben bei den verschiedenen Familien und zog auch Vergleiche zwischen den einzelnen Familien untereinander.

Etwas neues auf diesem Gebiete war die Entdeckung **Farlow's** im Jahre 1874, wornach die jungen Farnpflänzchen von Pteris cretica direct aus dem Gewebepolster des Prothalliums hervorsprossen, ohne dass ein sexueller Vorgang hiebei stattgefunden hatte. Diese merkwürdige Thatsache, die Apogamie, wurde in der folgenden Zeit genauer untersucht und noch für einige andere Farne festgestellt; später gesellten sich denselben noch mehrere bei, welche aber in ihrem Verhalten einer eingehenderen Untersuchung noch bedürfen. Ausserdem ist es nothwendig, auf die Erörterung einiger anderer Fragen näher einzugehen. Ein Theil der folgenden Untersuchungen ist demgemäss der Apogamie an Farnprothallien gewidmet. Ferner berücksichtigen dieselben die Regenerationserscheinungen. Denn obgleich die Regenerationsfähigkeit bei den Farnvorkeimen eine schon längst bekannte Thatsache ist, so fehlen doch bis heute nähere Angaben über die Bedingungen und die Art und Weise, auf welche diese Erscheinungen zu Stande kommen.

Auch wurde untersucht, inwieweit verschiedenartige Beleuchtung auf die Bildung von Geschlechtsorganen von Einfluss ist.

Eine weitere Frage ist die, inwieweit die geschlechtliche Generation der Farne für die Systematik in Betracht kommen könne. Diese Frage wurde von den älteren Autoren und besonders **Bauke** (10) in Abrede gestellt; in der neueren Zeit hat jedoch **Goebel** die entgegengesetzte Meinung ausgesprochen, gestützt auf seine umfangreichen Studien an Farnprothallien, deren Mehrzahl der tropischen

Flora entnommen war. Ich will nun versuchen, unter Berücksichtigung der über die Geschlechtsgeneration in den einzelnen Familien bisher gemachten Litteraturangaben und auf Grund meiner eigenen Untersuchungen auf dem durch Goebel angedeuteten Wege die systematisch verwerthbaren Eigenschaften der Farnprothallien hervorzuheben und in geeigneter Weise zusammenzustellen.

Demgemäss zerfällt die vorliegende Arbeit in folgende 4 Abschnitte:

1. Apogamie an Doodya caudata;
2. Regenerationserscheinungen;
3. Lichteinfluss auf die Ausbildung der Geschlechtsorgane.
4. Beziehungen zwischen Systematik und geschlechtlicher Generation.

I.

Nach de Bary's grundlegenden Untersuchungen wurde die Apogamie ausser für Pteris cretica auch für Aspidium filix mas var. cristatum und Aspidium falcatum (Sw.) festgestellt; später fand sie Sadebeck an Todea africana und Leitgeb (47) an Osmunda regalis und Ceratopteris. Bei den letztgenannten Formen tritt die Erscheinung der Apogamie nur gelegentlich auf, ohne dafs man bisher eine nähere Begründung hiefür gefunden hätte.

In einer Sitzung der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg am 25. März 1886 referierte Stange über Apogamie an Todea rivularis (Sieb.), Todea pellucida (Carmich) und Doodya caudata (Br.) und machte hierüber folgende auffallende Angaben (5):

„Das apogame Prothallium geht direct in das junge Pflänzchen über, indem der vordere Theil des Prothalliums sich zu einer festen höckerigen Gewebsmasse verdickt, deren Höcker sich zu Wedeln und später zu Farnpflänzchen ausbilden. Diese Bildungen habe ich bei Todea rivularis (Sieb.), Todea pellucida (Carmich) Doodya caudata (Br.) beobachtet, bei letzterer Art besonders häufig an älteren Prothallien."

Kurz darauf (l. c.) fährt er fort: „Aus den angeführten Thatsachen geht hervor, dass die Entwickelung des Prothalliums je nach den äusseren Einflüssen viel mehr verschiedenen Modifikationen unterworfen ist, als man bisher annahm, und dass namentlich auch der Zeugungsverlust zum Theil auf äussere Einflüsse zurückzuführen ist, wie namentlich Doodya caudata lehrt, bei welcher sexuell entstandene Keimpflänzchen und apogame Bildungen hintereinander an einem und demselben Prothallium zur Entwickelung gelangen, wenn die sexuell entstandenen Keimpflänzchen rechtzeitig von dem Prothallium abgenommen wurden. Ausserdem gelangen bei dieser Art auch apogame Bildungen der beschriebenen Modifikation zur Entwickelung, ohne dass sexuelle diesen vorangegangen wären."

Vorliegende Mittheilung lässt vermuthen, dass zwischen der von de Bary beschriebenen Apogamie und derjenigen von Stange an Todea rivularis, Todea pellucida und Doodya caudata beobachteten Unterschiede bestehen, zumal auch von mehreren Höckern an einem Prothallium gesprochen wird.

Aus diesem Grunde sowohl, und weil Stange's Mittheilungen zu kurz und undeutlich sind, habe ich vorliegende Untersuchungen unternommen.

Ich wählte als Untersuchungsobject die Doodya caudata, welche wegen ihrer leichteren Keimfähigkeit geeigneter erschien als die Todea-Arten.

Bevor ich mit der genauen Beschreibung der Doodya caudata beginne, möchte ich noch einige Bemerkungen vorausschicken, welche sich auf die bei der Aufzucht gemachten Erfahrungen beziehen. Als Substrat benützte ich Torf, und zwar den schwarzen festen in Stückchen von ca. 8 qcm und 2 cm dick, ferner den braunen weichen, sogenannten Braunschweiger Torf in 6 cm dicken Stücken mit ungefähr 10 qcm Oberfläche und Torfmull, fein gesiebt mit reinem Quarzsand im Verhältnis 1 : 4 gemischt. Die Torfstücke wurden vor dem Gebrauch mehrere Stunden lang gekocht und nach dem Abkühlen das überflüssige Wasser abgepresst. Dann wurden sie auf Glasscheiben gebracht, die derartig zugeschnitten waren, dass sie noch bequem unter einer Glasglocke Platz fanden; durch Paraffinklötzchen von 2 cm Höhe wurden diese Glasscheiben über dem Glasteller gehalten. Den darunter befindlichen Raum füllte ich mit Wasser an, so dass die äussere Luft mit der innern nicht in Berührung kam, und doch die Torfstücke nicht im Wasser stehen mussten. Dieses Verfahren war um so nöthiger, da die Wände des Culturhauses täglich bespritzt wurden, und dadurch die Gefahr bestand, dass unreines Wasser zu den Culturen gelangte. Selbstredend wurden vor der Aussaat sämmtliche beschriebenen Gegenstände einer gründlichen Sterilisation unterworfen. Da Farnculturen viel Feuchtigkeit verlangen, so wurden die Torfstücke in Abständen von 14 Tagen bis 3 Wochen je nach Bedarf mit sterilisirtem Wasser begossen, wobei ich vermied, die Prothallien zu benässen, sondern das Wasser stets der Unterseite der Torfstücke zuführte. In Zeiträumen von zwei Monaten nahm ich diese Durchfeuchtung mittelst sterilisirter Nährlösung vor, welchem Umstande ich das kräftige Gedeihen meiner Culturen mit zuschreibe.

Die Torfculturen bereitete ich in flachen Thonuntersätzen und bedeckte sie mit Glasscheiben. Das Begiessen geschah hier vom Rande aus.

Diese bereiteten Culturen sind angesetzt im Oktober und November des Jahres 1894 und darf ich heute, da sie einen Sommer und zwei Winter gut überstanden haben, wohl ein Urtheil über ihre Zweckmässigkeit abgeben.

Am besten bewährt sich der sog. Braunschweiger Torf. Vermöge seiner lockeren Beschaffenheit hält er die nöthige Wassermenge in sich fest — und Farnculturen wollen ziemlich feucht gehalten sein —, ausserdem hat er aber auch den schädlichen Einflüssen von Pilzen und Algen ziemlich widerstanden.

Es ist ja unvermeidlich, dass bei der Aussaat der Sporen, auch wenn mit grösster Sorgfalt sterilisirt wurde, Pilzsporen mit auf das Substrat gelangen, und diese beginnen nach kurzer Zeit ein reges Wachsthum. Dasselbe dauert aber nur zwei bis drei Wochen, der Pilz — es waren meist Penicillium-Arten — stirbt ab und die noch ruhende Farnspore ist seinen Einwirkungen glücklich entzogen.

Der Juni und Juli waren die bedenklichsten Monate für die Entwickelung der Algen; doch sind dieselben auf dem weichen Torfe nur selten zu reichlicher Entwickelung gekommen, dagegen überzog sich der schwarze harte Torf, dessen Widerstand gegen Pilze ausgezeichnet ist, ganz und gar mit Algen, meistens Oscillarien, welche schliesslich eine schmierige dunkelgrüne Masse bildeten. Ein Umpflanzen war hier nicht zu umgehen; dies geschieht aber stets auf Kosten des guten Gedeihens der Pflanze, denn die Rhizoiden bedürfen längerer Zeit, bis sie sich in ihrem neuen Substrate befestigt haben.

Gar nicht empfehlenswerth als Culturboden ist der Torfmull. Abgesehen davon, dass er sehr rasch austrocknet, ist er den Algen ein willkommener Nährboden und wird von denselben derart überzogen, dass mitunter man junge Prothallien mit unbewaffnetem Auge nicht mehr erkennen kann. Sonderbarer Weise fand ich aber niemals Pilzcolonien auf ihm vor. Es scheint mir nach alledem Gesagten wahrscheinlich, dass der Torf an sich ein wenig günstiges Nährsubstrat für Pilze abgibt. Meine Culturen standen in einem gegen Osten und Süden freigelegenen Culturraume, gegen directes Sonnenlicht waren sie hinlänglich geschützt, was bei Prothalliumculturen dringend nothwendig ist.

Die zur Aussaat gelangenden Sporen — ich hatte sie von vier botanischen Gärten in dankenswerther Weise erhalten — wurden unter dem Mikroskop durchgesehen und verglichen, etwa noch geschlossene Sporangien durch Druck ihrer Sporen entleert und dann auf den Torf aufgetragen.

Wiewohl dies mit Vorsicht geschah, erhielt ich doch einige Dichtculturen. Dieselben keimten gleichzeitig mit den normalen Culturen, sie wuchsen ziemlich in die Länge und gerade aufwärts, infolge dessen standen die Rhizoiden seitwärts vom Vorkeim ab, ohne den Boden berühren zu können; unter dem Mikroskop fand ich die Prothallien in der von Prantl (9 pag. 5) beschriebenen Weise, als Zellkörper mit langgestreckten Zellen, dicht mit Antheridien besetzt, ohne Meristem. Unter günstige Wachsthumsbedingungen versetzt, gingen die Vorkeime nach und nach in die normale Herzform über, es entstand ein Meristem und Archegonien wurden angelegt.

Meinen Beobachtungen zufolge stimme ich der Ansicht Prantl's zu, dass diese Erscheinung auf ungünstige Culturbedingungen zurückzuführen ist; entgegen den Anschauungen Bauke's (10 pag 97) und auch Jönkmann's (11 pag. 8), welche hierin eine Hinneigung zum Diöcismus zu erblicken glaubten.

Ich gehe dazu über, den Entwickelungsgang der Doodya caudata vom Anfang bis zur ausgebildeten Keimpflanze zu verfolgen.

Die Sporen sind bohnenförmig, glatt und von hellbrauner Farbe; in ihrem mittleren Theile befindet sich an einer helleren rundlichen Stelle der Zellkern. Die Sporen keimten schon 1½ Monate nach der Aussaat; die ersten Stadien entsprechen den des öfteren in der Litteratur beschriebenen Typen der Polypodiaceen.

Eine kleine Abweichung hievon ist die, dass von den Haarpapillen, welche bei Doodya schon sehr frühzeitig auftreten, sich gelegentlich auch welche an der Spitze des Vorkeimes fanden, was mit dem Befunde von Pedersen (12 pag. 137) übereinstimmt, welcher bei der Untersuchung von Aspidium filix mas schreibt: „Einmal habe ich eine Zellreihe angetroffen, welche mit einem terminalen Haare ganz von derselben Form abschloss, wie sie an den Randzellen der Vorkeimfläche vorkommen.“ Ich glaube, dass diese Erscheinung weit häufiger auftritt, als es bisher bekannt war. Bei der gelegentlichen Untersuchung einer Anzahl Davallien stiess ich immer wieder auf dieselbe.

Kaum hat der Vorkeim die gestreckt spatelförmige Gestalt erreicht, so sehen wir ihn schon dicht mit Antheridien besetzt. Ihr Standort ist zu beiden Seiten der Mittellinie des Prothalliums, und zwar da, wo die Rhizoiden vorne aufhören, von hier aus allmählich nach vorne hin, wobei aber die Mitte des Vorkeims und die beiden Lappen an ihrem vordersten Theile von ihnen frei bleiben. Ueber die Art und Weise ihrer Entstehung glaube ich hinweggehen zu dürfen, da dieser Vorgang zuletzt in eingehender Weise durch Strasburger (14) beschrieben wurde. Ich beschränke mich hier darauf, die Typen anzuführen, welche bei Doodya caudata vorkommen.

Die meisten Antheridien (Fig. 1) ragen über die Oberfläche des Prothalliums hervor, indem eine ziemlich hohe Basalzelle der obersten Zellschicht aufsitzt, oder zum Theil in dieselbe eingelassen erscheint. Darüber stehen eine, mitunter auch zwei ringförmige Wandzellen, welche von einer Deckelzelle, die bei der Reife aufreisst, nach oben hin abgeschlossen sind. In der Mitte findet sich die Zentralzelle, deren Theilungen zur Bildung der Spermatozoidmutterzellen in unregelmässiger Weise erfolgen.

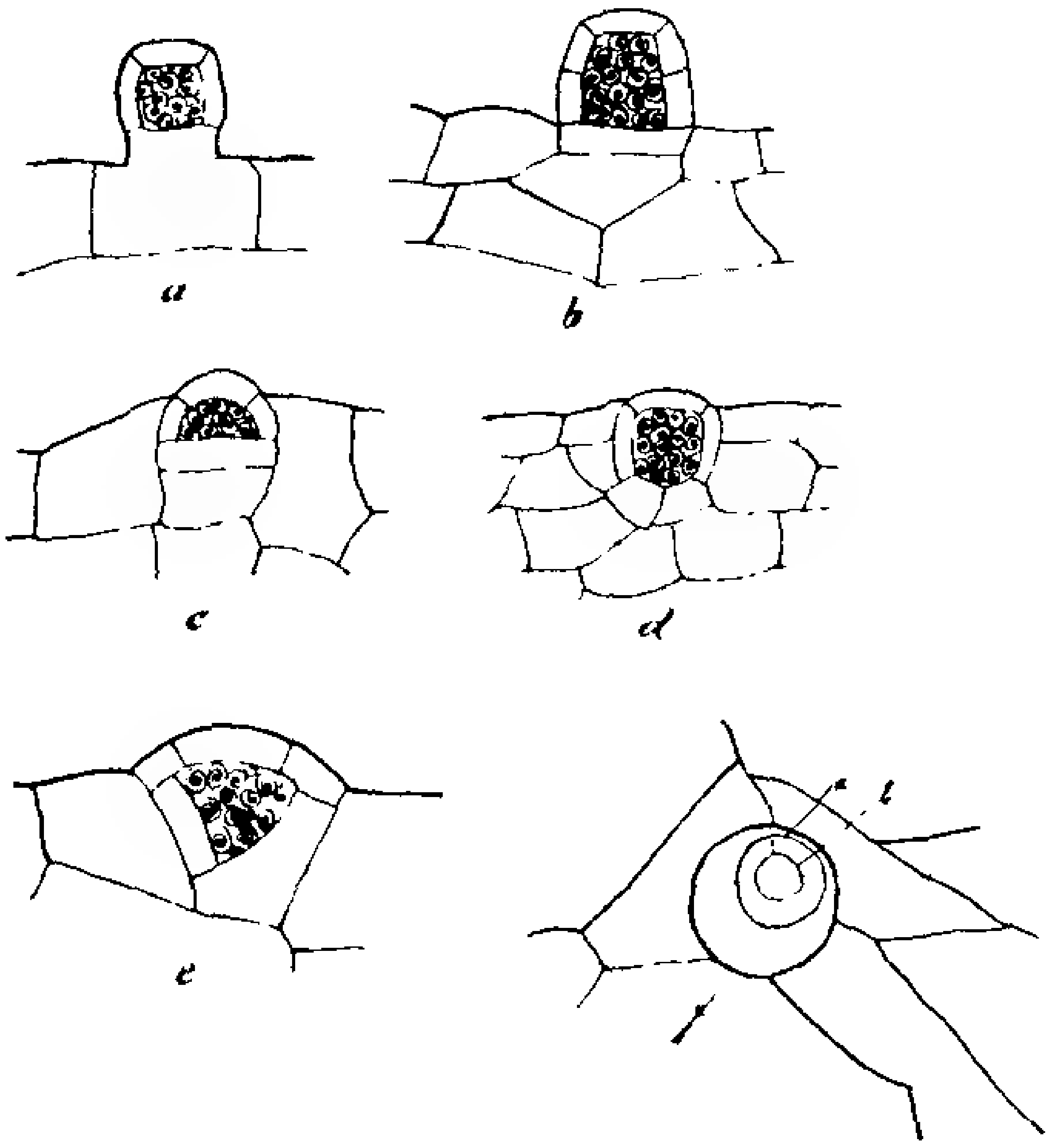


Fig. 1. Doodya caudata. Antheridien.

Die zweite Form von Antheridien ist in die Oberfläche des Vorkeimes so tief eingesenkt, dass die Deckelzelle kaum darüber hervorragt. Gegen die zuerst beschriebenen Antheridien besteht eine wesentliche Verschiedenheit auch in der Ausdehnung der einzelnen Zellen. Die Basalzellen sind unregelmässig, oftmals auch getheilt, die Randzellen liegen der Wand des sie umgebenden Gewebes an, theils nur eine, theils paarweise übereinander. Diese Form stimmt so ziemlich mit den auf Tafel I, Fig. 11 der Arbeit von Kny (15), „Die Entwickelung der Parkeriaceen“, gezeichneten zwei reifen Antheridien von Ceratopteris thalictroides überein, jedoch ist hiebei hervorzuheben, dass Ceratopteris meist randständige Antheridien besitzt, während solche bei Doodya caudata nur an ganz schlecht ernährten Adventivprothallien vorzukommen pflegen.

Eine besonders interessante Anomalie, welche ich in vielen Fällen vorfand, stellt das in Fig. 2 dargestellte Antheridium vor. Die Rand-, Basal- und Deckelzellen sind so tief in das Gewebe eingebettet, dass sie noch eine Zellschicht von der Aussenseite abschliesst. Natürlicherweise kann hier ein Abspringen der Deckelzelle nicht erfolgen, wesshalb die Spermatozoiden im Antheridium eingeschlossen bleiben.

Die Antheridiumbildung ist bei Doodya eine ununterbrochene. Sie beginnt in sehr frühem Stadium; auch auf alten Prothallien, denen schon junge Keimpflänzchen entsprossen, findet man neu entstandene Antheridien.

Uebergehend zum Bau der weiblichen Geschlechtsorgane schicke ich voraus, dass dieselben nur an den herzförmigen Prothallien und niemals in grosser Anzahl aufzufinden waren. Die ersten fand ich ca. 2 Monate nach der Keimung der Spore, sie stehen auf der Unterseite der Mittelrippe des Prothalliums und zwar derart, dass die jüngsten Anlagen dem Scheitel stets am nächsten liegen.

Die Archegonien sind normal gebaut; ihr Halskanal ist gegen die Basis zu schwach gekrümmt infolge ungleichen Wachsthums der Halszellen, da die der Herzbucht des Prothalliums zugekehrten Zellen schneller wachsen als die entgegengesetzten. Wie die Antheridien, so sind auch die Archegonien dem Prothallium theils aufgesetzt, theils in dasselbe eingebettet. In letzterem Falle sind die Zentralzelle, die angrenzenden Wandzellen, sowie ein oder zwei Halszellen in die Zellfläche des Prothalliums eingeschlossen; nur der sehr kurze Hals tritt theilweise über die Oberfläche hervor. Bei denjenigen Archegonien, welche an den stark entwickelten und mit Höckern versehenen Prothallien stehen, sah man die Zellwände, welche dem den Halstheil durchziehenden Kanal angrenzen, sowie auch die Centralzelle eine braune Farbe annehmen, eine Erscheinung, welche von der abgestorbenen Cellulosemembran herrührt. Sie waren auch in jüngerem Stadium zur sexuellen Fortpflanzung unfähig; die Ursache des hier stattgehabten Verlustes der Sexualität ist bis jetzt durchaus unbekannt; sie muss aber die gleiche wie bei den anderen apogamen Farnen sein.

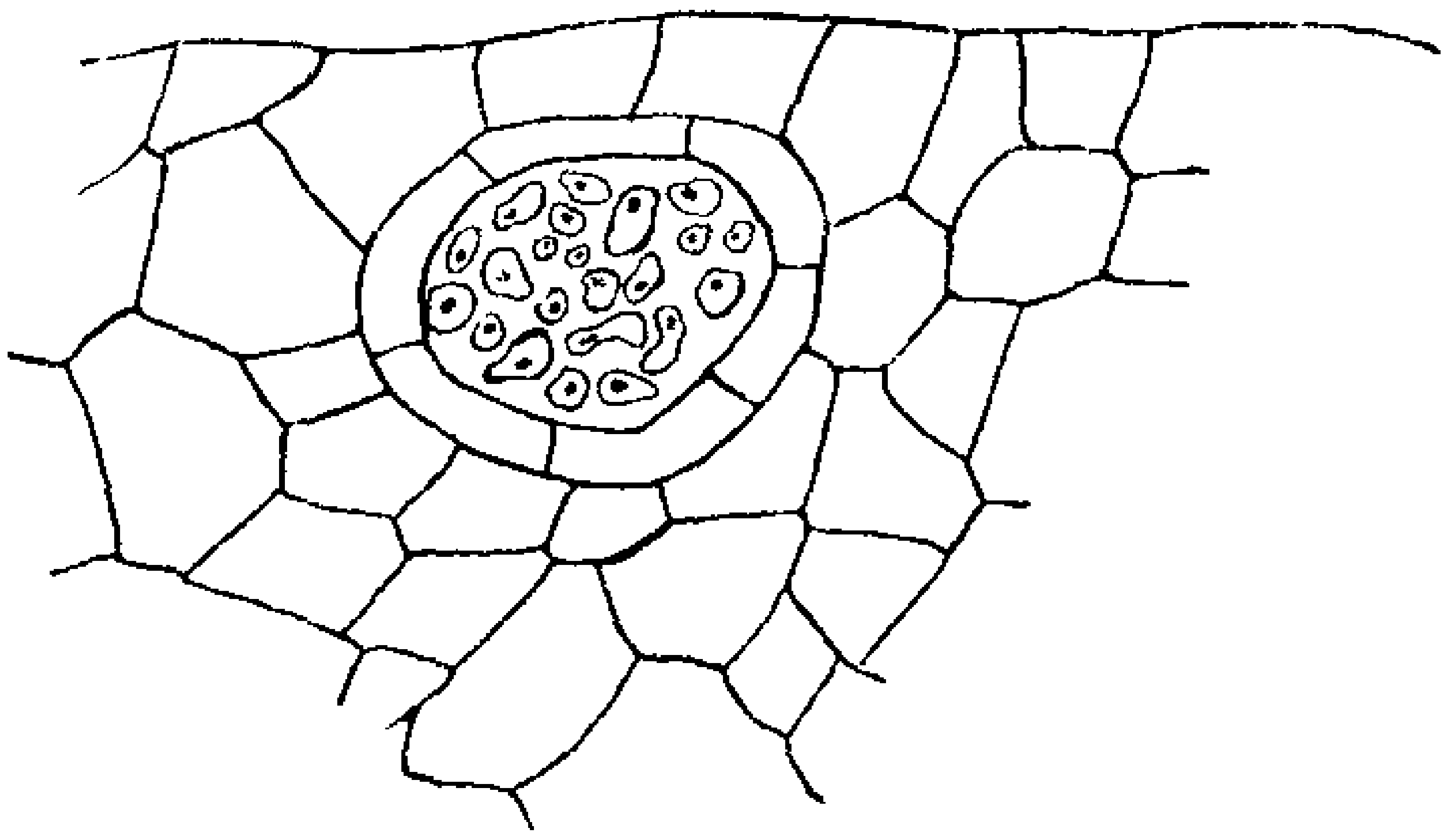


Fig. 2.
Doodya caudata. Anormales Antheridium.

Sexuell entstandene Embryonen fand ich nur an Prothallien von geringerer Grösse, deren Mittelrippe jeder höckerartigen Bildung entbehrte. Niemals sah ich sexuell und apogam entstandene Pflänzchen an einem und demselben Prothallium.

Auf die Umbildungen, welche die Archegonien im weiteren Verlaufe des Wachsthums erfuhren, komme ich später zurück.

In der Zwischenzeit hatte ein Theil der Prothallien durch rasches Wachsthum, das mit dem Frühjahr begann, infolge guter Ernährung und reichlicher Lichtzufuhr eine beträchtliche Grösse erreicht. Vorkeime mit einer Länge von 22—24 mm waren keine Seltenheit; auch das Breitenwachsthum war vorgeschritten bis 15 mm. Die Ausbuchtungen des Randes nahmen zu, Papillenbildung auf Ober- und Unterseite war zahlreich und die vielen Rhizoiden zeichneten sich durch grosse Länge aus. Einige Prothallien hatten sich an der Spitze theilweise aufgebogen, was ich einem rascheren Wachsthum des Zellpolsters der Unterseite im Vergleich zur Oberfläche zuschreibe; auf diesen zurückgekrümmten Obertheilen, die nun dem Lichte abgewandt waren, erschienen dichte Büschel von Rhizoiden, die ziemlich lang waren und mangels eines Substrates frei in die Luft starrten.

Ungefähr 10 Monate nach der Keimung traten die ersten Pflänzchen auf, denen später noch sehr viele gefolgt sind. Vielleicht vier Monate nach der Zeit, wo die Sporen gekeimt waren, konnte ich auf der Unterseite der Vorkeime kleine höckerartige Gebilde bemerken; sie lagen auf und häufiger zu beiden Seiten der Mittelrippe und nahmen an Grösse zu in der Richtung gegen die Basis. Eine eingehende Untersuchung dieser Höcker zeigte, dass sie hervorgingen durch Umbildung der Antheridien und Archegonien, sowie durch Auswachsen eines Zellcomplexes von der Unterseite des Vorkeimes. Was die ersteren betrifft, so handelt es sich nur um die schon vorher beschriebenen, in das Prothallium eingesenkten Antheridien. Ihre Deckelzelle war nicht aufgesprungen, also haben die Spermatozoiden sich seiner Zeit bei der Reife nicht entleeren können; bei der Untersuchung fand ich niemals reife Spermatozoiden vor, sondern ein plasmareiches

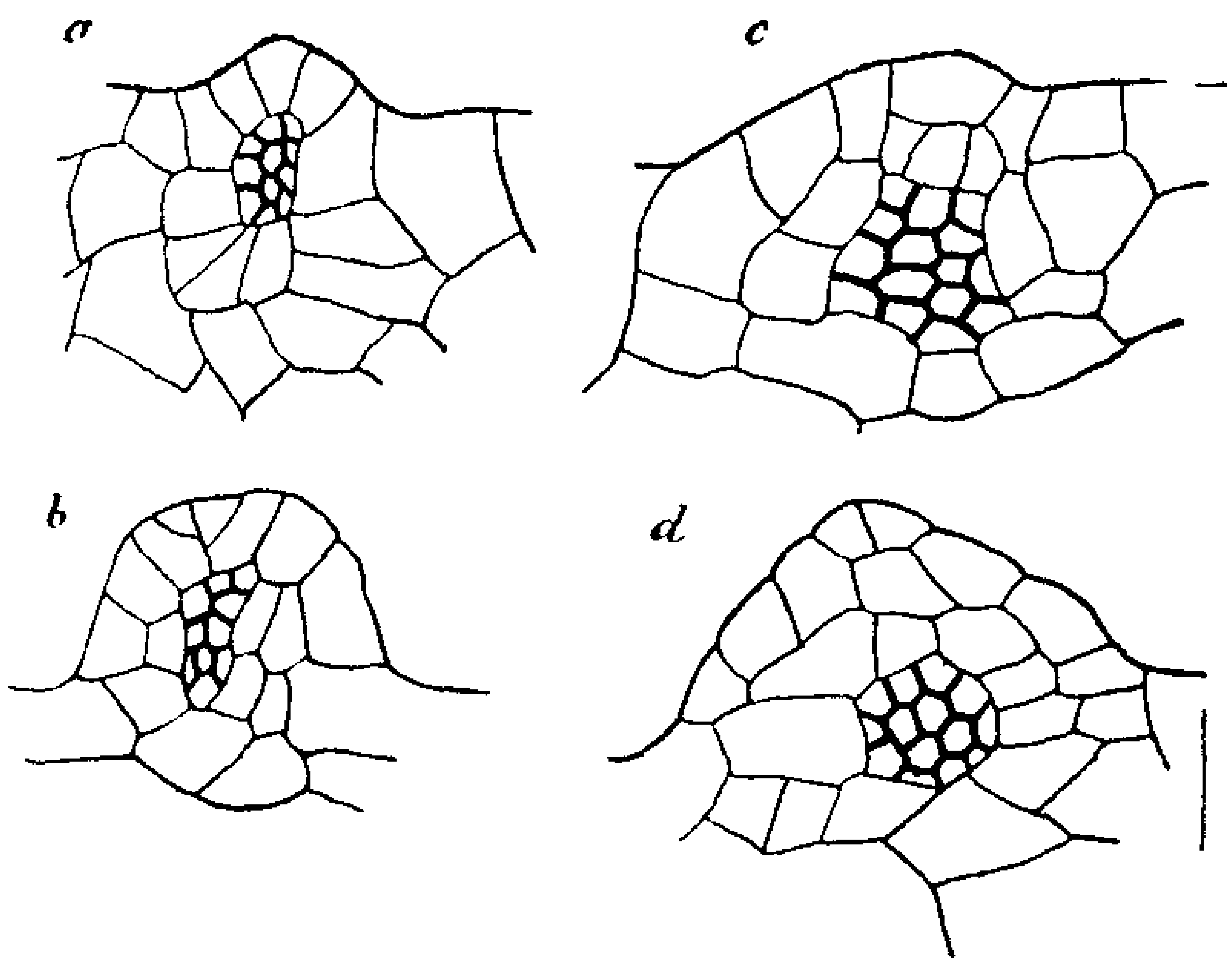


Fig. 3. Doodya caudata.

Gewebe mit eng aneinander schliessenden Zellen und theilweise grossen Zellkernen, welches von den Wandzellen des Antheridiums umschlossen wurde; aber auch die benachbarten Zellen — mit Einschluss der Ring-, Deckel- und Basalzellen — haben eine Umgestaltung erfahren, durch erhöhtes Wachsthum und unregelmässig verlaufende Theilungen. Ein Blick auf die Figuren Nr. 3 zeigt den Entwickelungsgang dieser Veränderung. Bei a haben sich die das Centrum umgebenden Zellen einfach durch Querwände getheilt, diese Theilungen verlaufen nunmehr in allen Richtungen — b, c, d, —, wobei die ursprüngliche Deckelzelle ein stärkeres Wachsthum und Theilungsvermögen besitzt, bis schliesslich ein Höcker (Fig. 4) resultirt. Aber auch die ehemaligen Spermatozoidzellen haben eine Theilung erfahren und füllen den grösser gewordenen Innenraum des Höckers als ein plasmareiches Gewebe vollständig aus.

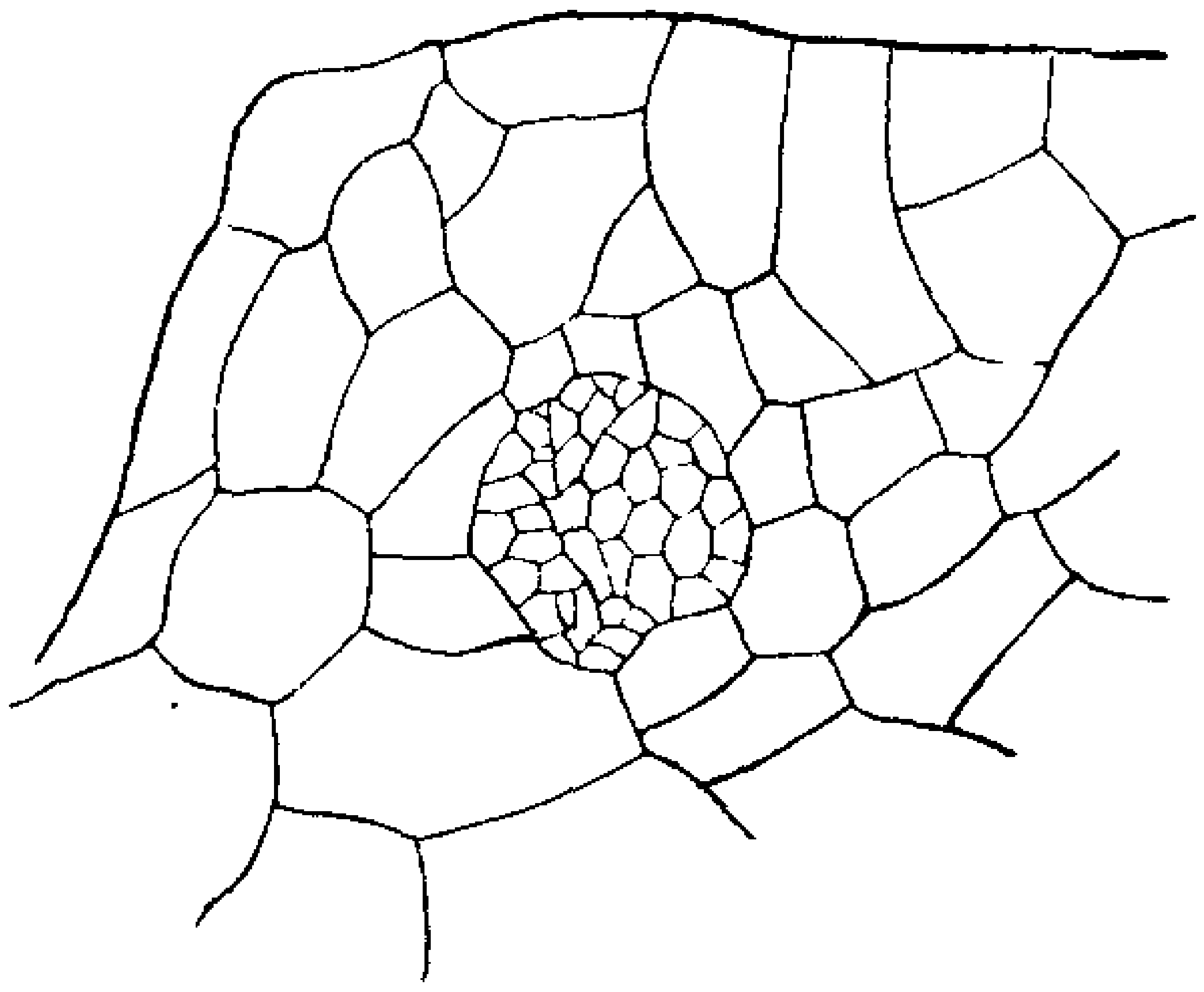


Fig. 4.

Die zweite Art von Höckern betrifft die Archegonien. Sie selbst haben sich wenig verändert; der Halskanal hat eine oder zwei Zellreihen oben abgestossen und ist nebst der Centralzelle mit einer braunen schleimigen Masse erfüllt, dagegen sind die Basalzellen, denen das Archegonium aufgesetzt war, in die Länge gewachsen und haben sich theilweise quer getheilt; hiedurch wurde das Archegonium einfach emporgehoben (Fig. 5).

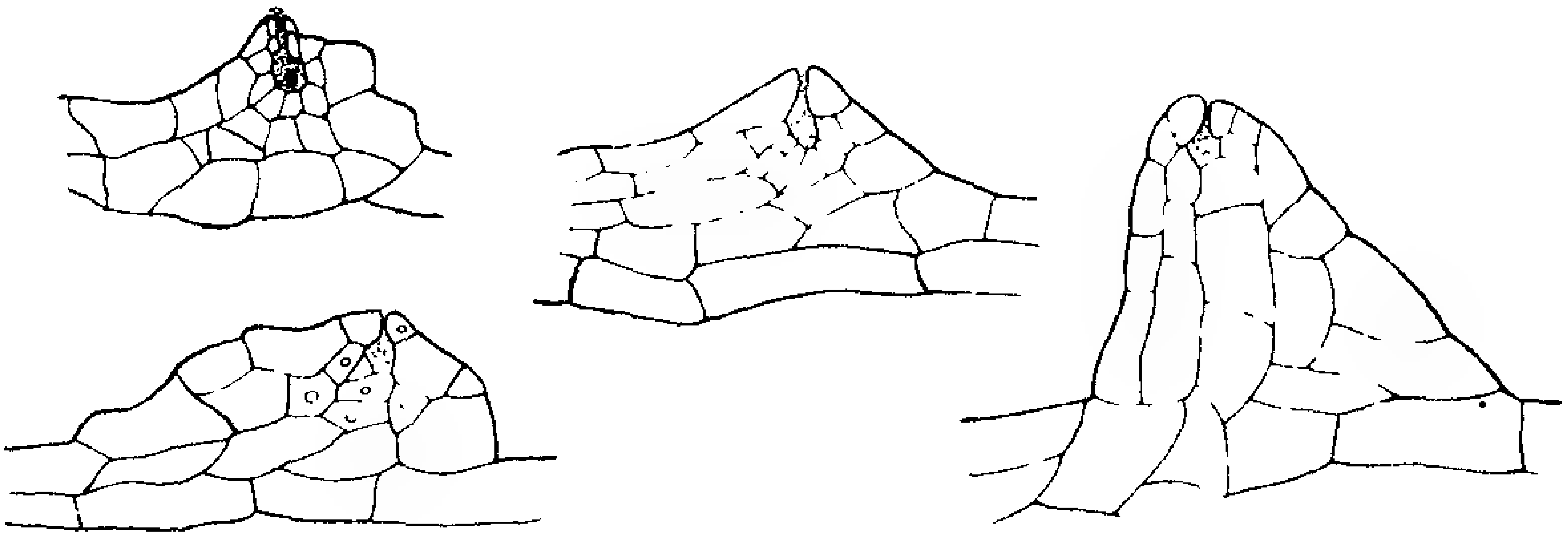


Fig. 5. Doodya caudata. Querschnitt durch anormale Archegonien.

Bei den in das Zellgewebe eingeschlossenen Archegonien sind auch die sie umgebenden Zellen mit in die Höhe gewachsen und schliessen das Archegonium gerade so ein wie früher; in den meisten Fällen waren die Halszellen abgestossen.

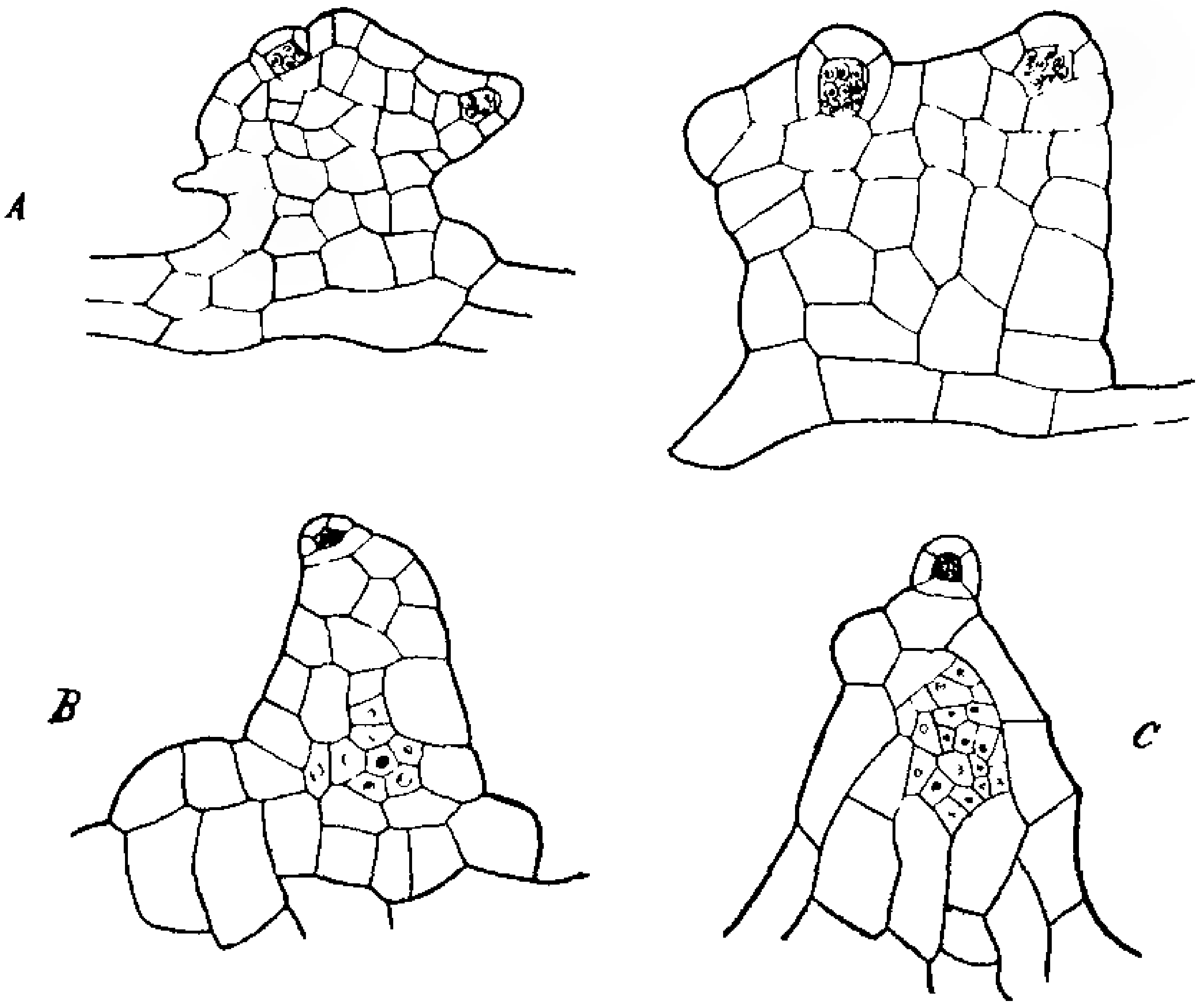


Fig. 6.
Doodya caudata. Querschnitt durch einen Höcker.

Das Innere der Archegonien zeigt die gleiche Beschaffenheit wie die oben erwähnten.

Die dritte Art von Höckern entstand, indem eine Anzahl Zellen der Vorkeimoberfläche aus derselben herauswuchs und diese langgestreckten Zellen sich durch Wände theilten, welche zur Fläche des Prothalliums wagerecht stehen.

Bei der unausgesetzten Entstehung von Antheridien darf es uns nicht wundern, wenn dieselben sich in normalen und anormalen Formen an den neu entstandenen Höckern befinden (Fig. 6A).

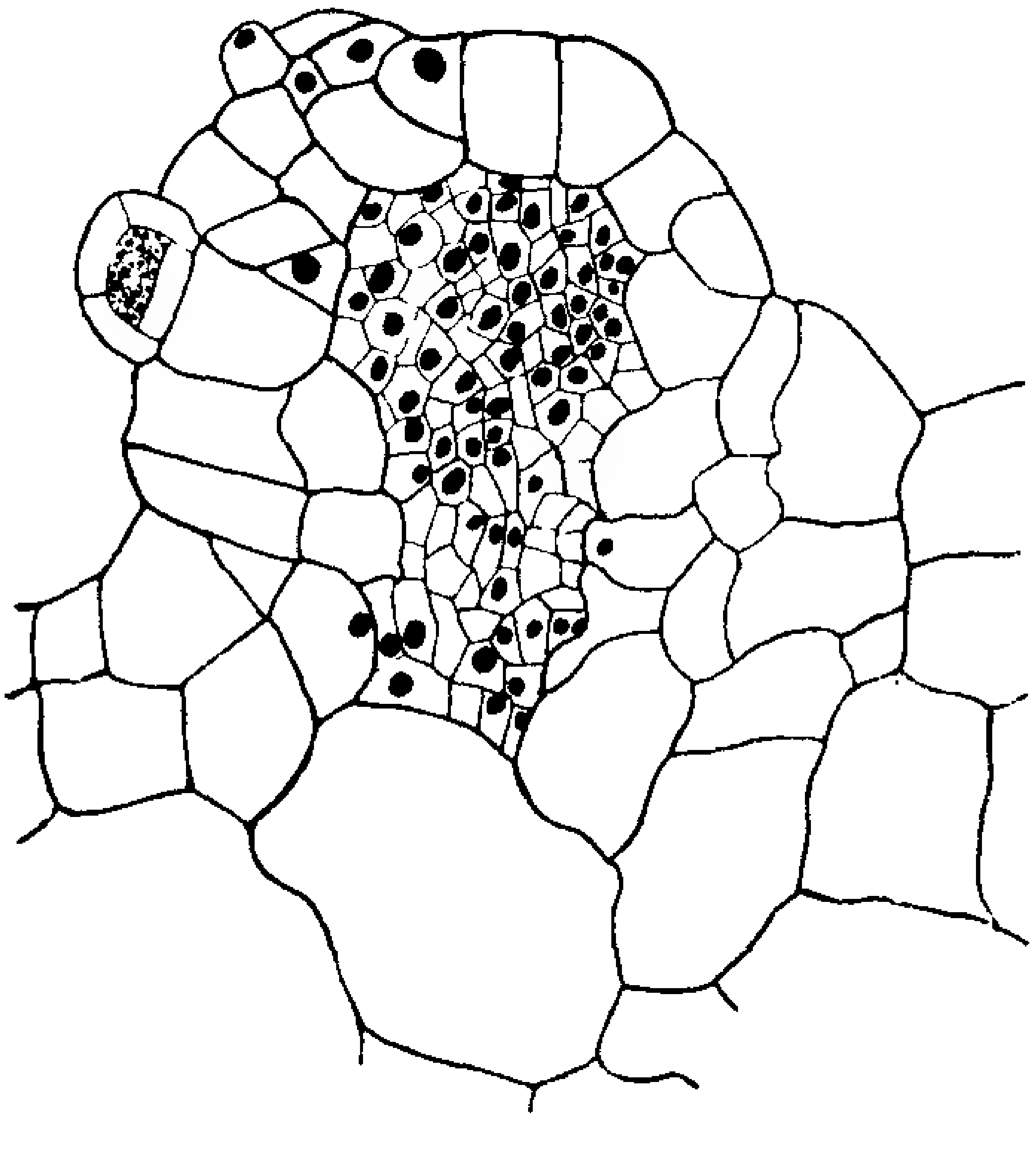


Fig. 7. Doodya caudata.

Die Archegonienhöcker erfahren keine weiteren Veränderungen. Dagegen entstehen im Innern der an dritter Stelle beschriebenen Höcker nach einiger Zeit lebhafte Zelltheilungen nach allen Richtungen hin (Fig. 6B, Fig. 6C), so dass man bei einem Vergleich mit den aus umgebildeten Antheridien entstandenen Höckern zwischen beiden keinen Unterschied mehr findet.

In einem weiteren Wachsthumsstadium, welches die Fig. 7 an einem Längsschnitte darstellt, schreitet das meristematische Gewebe gegen den oberen Rand zu vor.

Ein Längsschnitt durch einen Höcker in so fortgeschrittenem Stadium zeigt in der Mitte das durch Theilungen kleinzellige Gewebe, das sich durch Plasmareichthum und grosse Zellkerne auszeichnet.

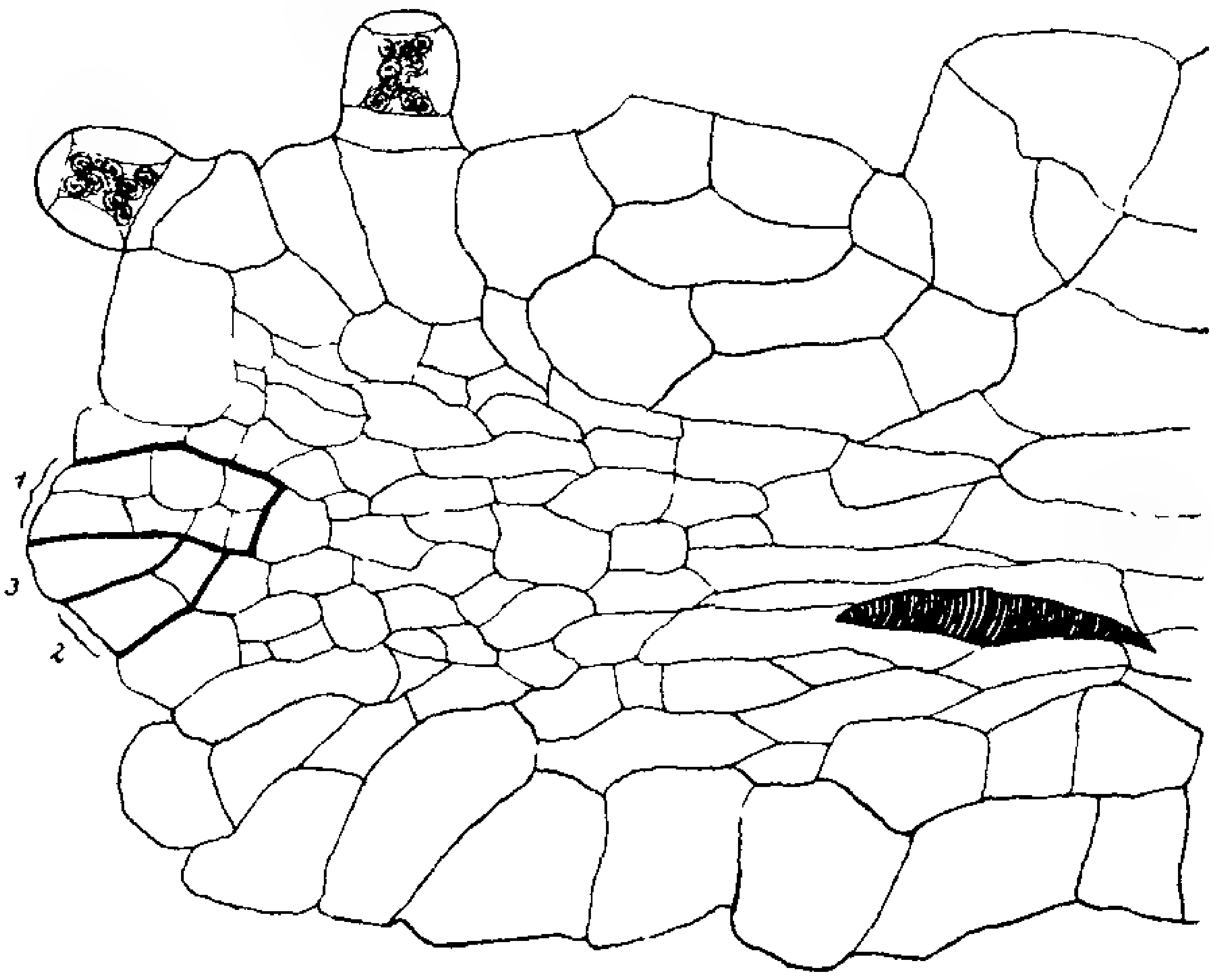


Fig. 8. Doodya caudata. Längsschnitt durch einen Höcker.

Auf alten ungetheilten Zellen stehen noch Antheridien; ich zählte einmal auf der Oberfläche eines einzelnen Höckers allein 34 junge Antheridien.

Im nächsten Stadium vollzieht sich die Bildung der Scheitelzelle.

In Fig. 8 ist ein Längsschnitt dargestellt, das erste, zweite und dritte Segment ist deutlich verfolgbar. In Fig. 9 sehen wir eine Scheitelzelle schief von oben.

Neben der Scheitelzelle des Blattes kommt aber auch die Stammscheitelzelle zum Vorschein. Die Fig. 10 stellt einen Längsschnitt dar; der Scheitel a lag nicht in der durch das Messer getroffenen Ebene des Scheitels b, darum ist beim Schneiden nur die Scheitelzelle von b getroffen.

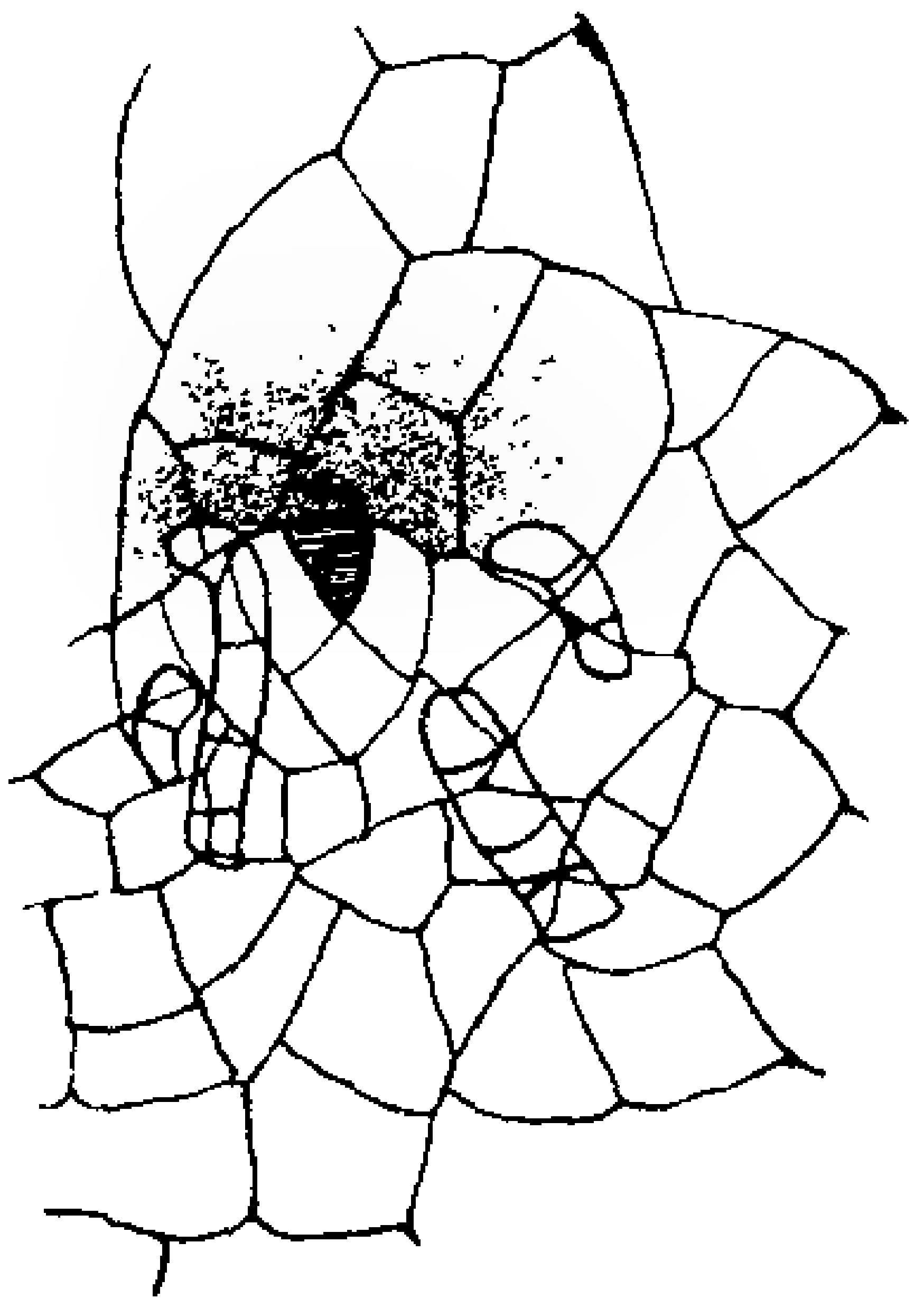


Fig. 9. Doodya caudata. Höcker von der Oberfläche gesehen, mit Scheitelzelle.

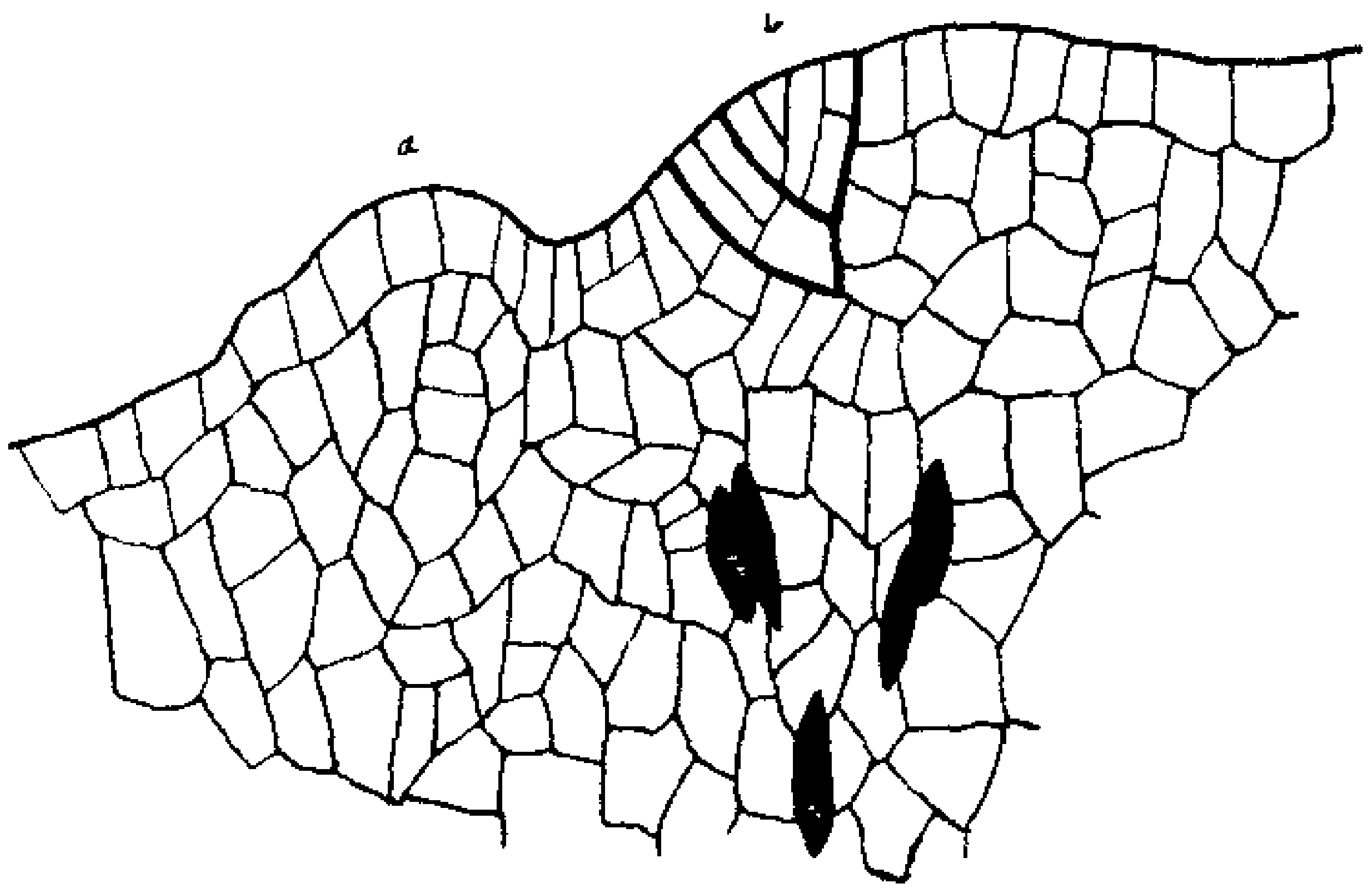


Fig. 10. Doodya caudata. Durchschnitt durch den Höcker.

Ob a oder b der Stamm oder Blattscheitel sei, liess sich an dem gezeichneten Präparate nicht erkennen, dagegen ist an einer Anzahl vorliegender Präparate ersichtlich, dass Stamm- und Blattscheitelzelle von einander unabhängig entstehen; sie bilden sich neben einander aus einem meristematischen Zellcomplex. Bald darauf entsteht auch schon das zweite Blatt in ungefähr $^1/_3$ Divergenz vom ersten; es zeigt bereits die für die Entwickelung von Farnblättern normale Form.

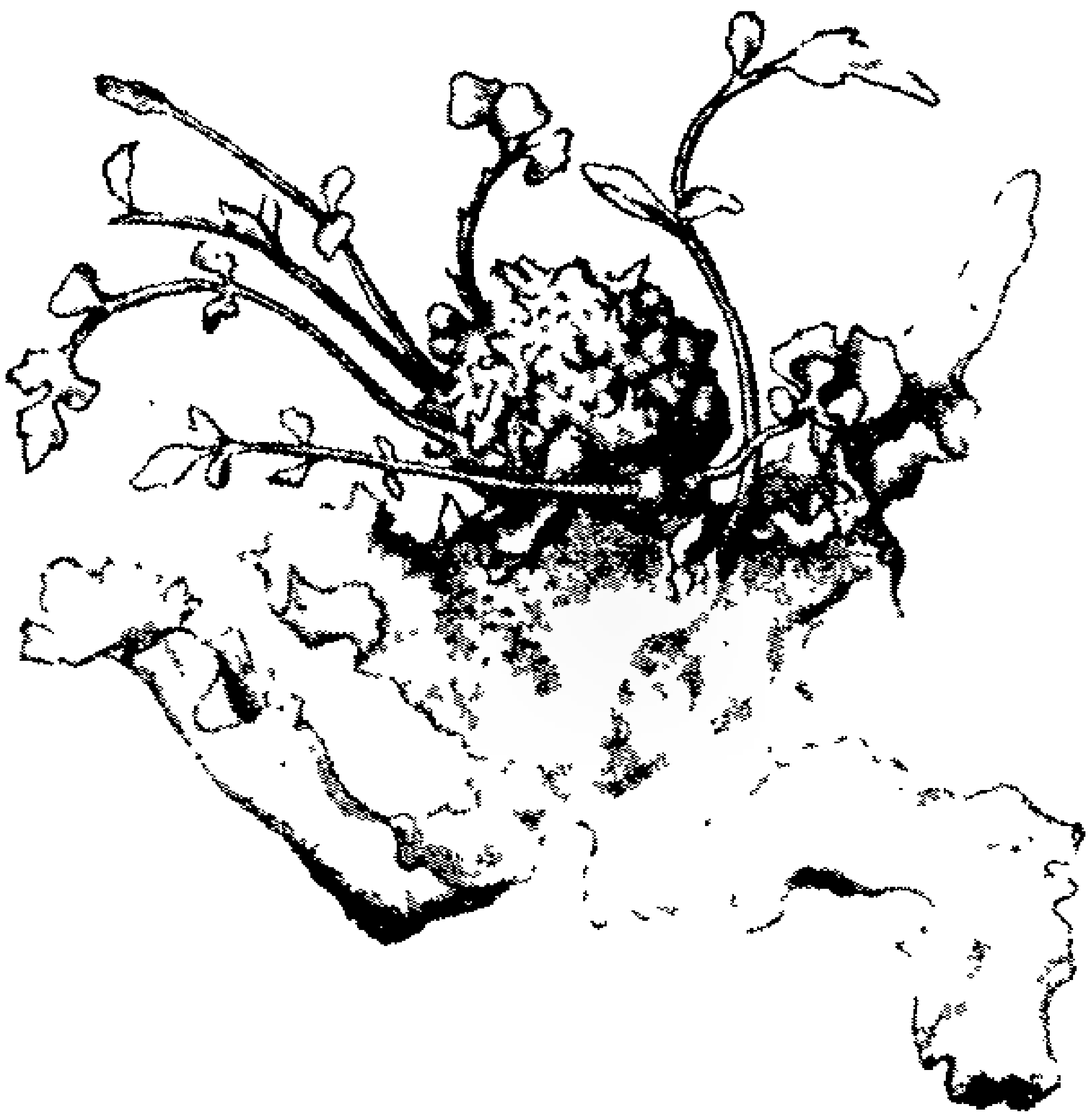


Fig. 11.

Die Wurzel entsteht endogen; ihre Scheitelzelle fand ich in der mittleren Parthie des Höckers.

Das weitere Wachsthum der Pflanze vollzieht sich in der bei normalen sexuell erzeugten Polypodiaceen-Embryonen des öfteren beschriebenen Weise.

Solche apogame Pflanzen können zu gleicher Zeit an einem Prothallium mehrere entstehen; ich beobachtete oft zwei bis vier Keimpflänzchen und an einigen Exemplaren noch viel mehr; einen solchen Fall stellt das Habitusbild (Fig. 11) dar, wo die Höcker an der aufwärts gebogenen Mittelrippe entstanden sind.

Die Zahl der Höcker auf Doodyaprothallien ist eine grosse; in ihrem Inneren sitzen mehrere Tracheiden, doch weitaus nicht alle Höcker bilden Pflanzen. Das Habitusbild Fig. 12 lässt leicht erkennen, dass die Höcker auf der Mittelrippe gegen den Rand zu angelegt sind.

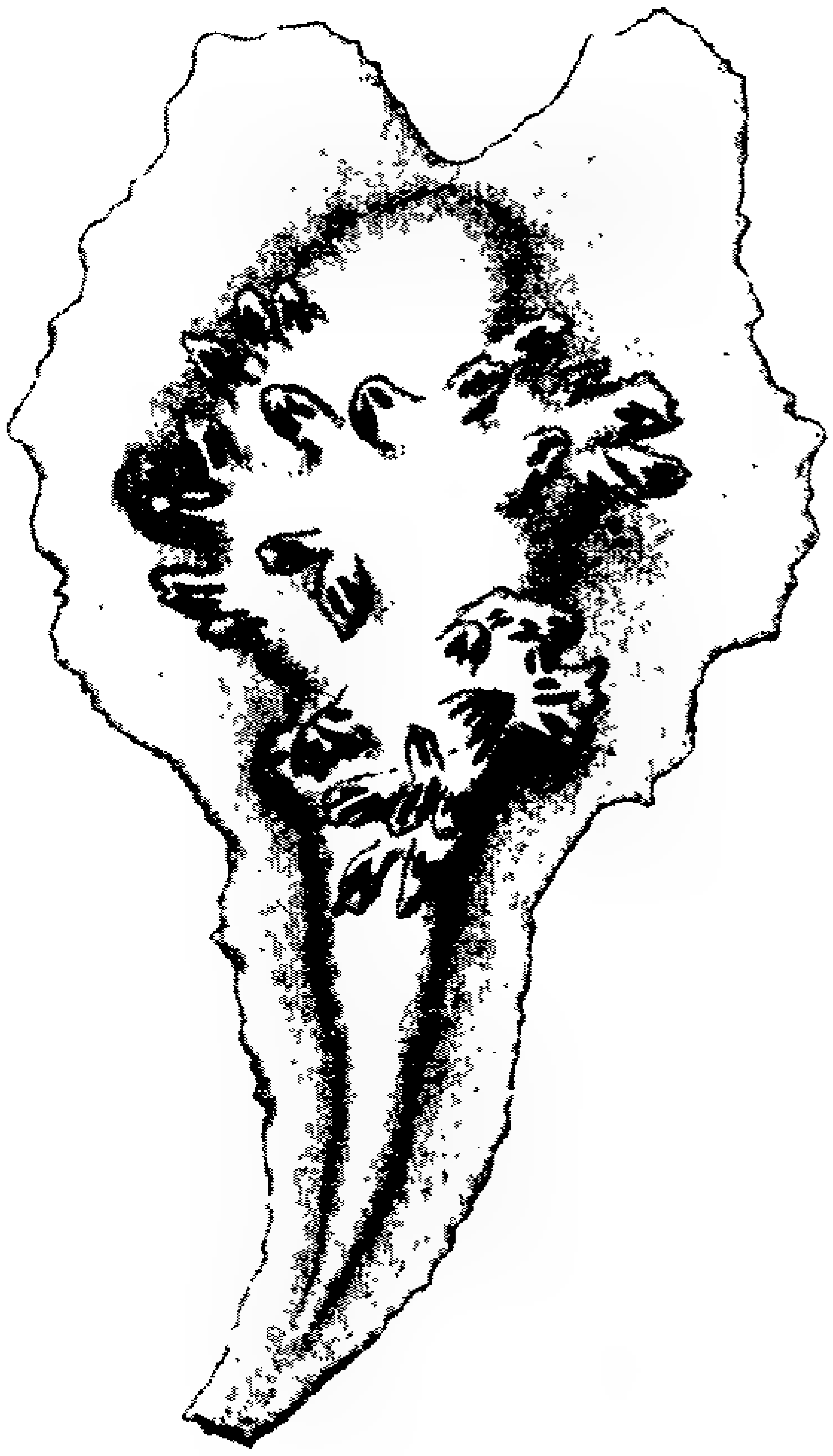


Fig. 12.
Vertheilung der Höcker mit ihren Tracheiden auf einem alten Prothallium von Doodya caudata.

Um diese Resultate in Bezug auf Reinheit des ausgesäten Sporenmaterials, sowie der Culturen vor etwaigen Einwänden zu schützen, erzog ich eine Anzahl nachweislich apogamer und sexuell enstandener Pflanzen, um diese beiden einem Vergleiche zu unterziehen, wobei sich ein Unterschied zwischen denselben *nicht* feststellen liess.

Der Güte des Herrn Prof. Sadebeck in Hamburg verdanke ich die Ueberlassung einer Anzahl Doodyaprothallien, die noch von den Stange'schen Culturen stammten.

Sowohl die Prothallien wie auch die davon erzogenen Keimpflanzen erwiesen sich mit den von mir cultivirten als identisch.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an einem reichlichen Beobachtungsmaterial ausgeführt.

Aus der Vergleichung aller möglichen Entwickelungsstadien habe ich die gleichartigen Erscheinungen herausgegriffen und zusammengefasst; die Doodya caudata erscheint uns demnach als eine Pflanze, welche sich auf sexuellem *und* apogamem Wege fortpflanzt.

Bevor ich zu Anderem übergehe, möchte ich meine Untersuchungen mit denen von de Bary (8 pag. 449) vergleichen.

De Bary stellt den Vorgang der Apogamie an Pteris cretica dar, dem Prothallium, an welchem Farlow seine Entdeckung gemacht hatte.

Nach de Bary's Angaben (8 pag. 454) beginnt die „normale" Sprossung an der Stelle des Prothalliums, wo sonst die Archegonien ihren Platz haben, auf dem Gewebepolster der Unterseite. Eine Gruppe von drei bis vier Zellen wölbt sich nach aussen hin, die Zellen theilen sich wiederholt nach allen Seiten hin, und verwandeln die Gruppe in ein kleinzelliges, *mit* dichtem Protoplasma erfülltes Meristem. Tritt dann der Höcker stärker nach aussen vor, so bemerkt man, dass eine in seinem Gipfel gelegene Zelle sich durch Grösse von den übrigen auszuzeichnen beginnt, und dass die übrigen mehr oder minder regelmässige Reihen bilden, welche gegen jene zu convergiren. Bald darauf erhält die grössere Zelle die Eigenschaften der Scheitelzelle einer typischen Farnblattanlage, und unter den von dieser ausgehenden charakteristischen Theilungen wächst nun die Spitze des Höckers nach dem für die ersten Blätter der Polypodiaceen bekannten Modus zu einem gestielten Blatte heran. Demnach besitzt Pteris cretica gar keine Archegonien, seine Höckerbildung beginnt sehr bald und steht *mit* Geschlechtsorganen in keinerlei Zusammenhang; zudem entsteht nur ein Höcker an jedem Prothallium.

Bei der Doodya caudata dagegen kommen beiderlei Geschlechtsorgane — normal und anormal — nebeneinander vor; die Entstehung der Pflänzchen vollzieht sich theils auf sexuellem Wege, theils durch Sprossung. Die Zahl der Höcker ist eine grosse — ich zählte öfters bis zu dreissig — und zwar nimmt ein Theil derselben seinen Ursprung aus umgebildeten Geschlechtsorganen. Unter den andern apogamen Farnen gibt es übrigens auch solche, welche Archegonien besitzen, ohne dass dieselben befruchtet werden, z. B. Aspidium falcatum. Die Antheridien sind bei Pteris cretica nur an den kleinen, nicht herzförmigen Prothallien; an den mit Höckern versehenen scheinen keine vorzukommen. Die mehrzelligen Schuppenhaare, welche um den Scheitel der Sprossung entstehen, haben Pteris cretica und Doodya gemeinsam.

Ueber das erste Blatt bemerkt de Bary: „Das erste Blatt des Sprosses, welches aus dem Höcker entsteht, stimmt in seinem auf die erste Anlegung folgenden Wachsthum, in seiner Struktur und Gestaltung mit dem ersten Blatte regulär entstandener Farnembryonen überein. Seine Lamina wird gewöhnlich und abgesehen von öfteren irrelevanten Unregelmässigkeiten rundlich dreilappig.“ Ich habe an meinen Culturen in zahlreichen Fällen das erste Blatt untersucht und fand es bei den apogamen Pflanzen — abweichend von de Bary's Angaben — in der von Stange beschriebenon Weise (5 pag. 45): „Die ersten Wedel dieser Keimpflänzchen (Osmunda) sind gefiedert, besonders deutlich bei Doodya caudata Br., unterscheiden sich also ganz wesentlich von denjenigen, geschlechtlich entstandenen, welche stets ungefiedert sind, ihrer Natur nach als echte Keimblätter weniger ausgebildet sind und noch keinen Hinweis auf die definitive Gestaltung der ausgebildeten Blätter geben.“ Eine Untersuchung von Doodya aspera multifida ergab, dass auch diese Species ein der Doodya caudata analoges Verhalten zeigt.

Die Doodya media und Doodya dives dagegen pflanzt sich in normaler Weise fort, Höckerbildungen sind dort nicht vorhanden; gleiches scheint bei Doodya lunulata der Fall zu sein; genaue Untersuchungen konnte ich bei letzterer Species nicht anstellen, weil die Cultur erkrankte und frühzeitig zu Grunde ging.

II.

Aus den kurzen Mittheilungen Stanges (5 pag. 44) ist zu entnehmen, dass Stange 12 Prothallien von Lomaria cycadifolia in je vier Theile zerschnitt, „worauf ein jeder dieser Theile entweder allmählich die Functionen eines völlig unversehrten Prothalliums erhielt, oder was noch häufiger der Fall war, drei bis vier oder noch mehr neue Prothalliumsprosse an einem solchen zerschnittenen Theile sich entwickelten". Er erhielt auf diese Weise über 100 Prothallien und später ebenso viele Pflanzen der Lomaria cycadifolia.

„Zu erwähnen ist noch, dass die zerschnittenen Prothalliumstücke meist nur dann die Fähigkeit hatten, direct und unvermittelt die Function des Stammprothalliums zu übernehmen, wenn sie von den vorderen Theilen desselben stammten, in den anderen Fällen dagegen adventive Prothalliumsprosse erzeugten."

Bei acht anderen Species machte Stange ähnliche Versuche, und erhielt von diesen in gleicher Weise eine grosse Anzahl junger Pflanzen.

Auch Goebel (4 pag. 24) erwähnt gelegentlich die Thatsache, dass man durch Cultiviren der Stücke eines zerschnittenen Prothalliums auf feuchter Erde unter einer Glasglocke ein oder mehrere neue Prothallien erhält, welche sich je nach der Grösse der Stücke durch Auswachsen von Randzellengruppen bilden.

Mit derartigen Regenerationserscheinungen haben sich bereits zwei Forscher beschäftigt. Ihre Versuchsobjecte bildeten die Lebermoose. Der erste ist Vöchting (18), welcher bezüglich der Regeneration an Lunularia vulgaris zu dem Ergebniss kommt, dass weder die Lage, noch die Beleuchtung von sichtbarem Einfluss auf die Entstehung der Neubildungen sei. Die Ursachen, welche den Ort der letzteren bestimmen, seien sonach innere, in der Organisation des Thallus begründete.

Die zweite, hier in Betracht kommende Arbeit ist von Schostakowitsch (19); sie behandelt die Reproductions- und Regenerationserscheinungen bei einer Anzahl von Lebermoosen. Seine Resultate sind in Kurzem hier wiedergegeben.

Licht und Schwerkraft haben keinen specifischen Einfluss auf die Regeneration. Fast jede einzelne Zelle der Lebermoose besitzt die bei dem gewöhnlichen Lebenslaufe latente Eigenschaft, den ganzen Organismus wieder zu erzeugen. Diese Eigenschaft gelangt nur unter gewissen Bedingungen zum Ausdruck.

Die bisher gemachten Beobachtungen liessen es wünschenswerth erscheinen, die Farnprothallien auf ihre Regenerationsfähigkeit einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Als Untersuchungsobjecte wählte ich Doodya caudata und Osmunda regalis, zwei Species, welche mir in grosser Menge gerade zur Verfügung standen.

Vöchting hat seine Marchantieen auf feinkörnigem Kiessande cultiviert, Schostakowitsch benützte hiezu Gipsplatten und Torfstücke, welche er mit Nährlösung tränkte.

Das von mir angewandte Culturverfahren verdanke ich den Angaben des Herrn Dr. Poirault, der mir auch Gelegenheit gab, mich von seinen eignen guten Erfahrungen bei der Erziehung von Moosprotonemen in grösserer Menge zu überzeugen.

Der Boden von Petrischalen — wie sie zu bacteriologischen Untersuchungen gebräuchlich sind — wurde mit einer sechsfachen Lage Filtrirpapier bedeckt, darauf wurden einzeln nebeneinander ca. 2 mm dicke Scheibchen von Sonnenblumenmark gelegt und auf dem Fliesspapier nummerirt; nachdem noch ca. 20 ccm Nährlösung zugegossen waren, wurden die mit übergreifenden Deckel geschlossenen Schalen im Dampf eine Stunde lang sterilisirt. Diese Culturen blieben vor den schädlichen Einflüssen der Pilze und Algen verschont, ausserdem war durch die Nummerirung der einzelnen Scheibchen die Registrirung und Controlle jedes einzelnen Prothalliums erleichtert.

Bevor ich mit der Aufzählung und Beschreibung der einzelnen Culturen beginne, ist noch vorauszuschicken, dass zu den Versuchen junge, kräftig gewachsene Prothallien mit beiderlei Geschlechtsorganen benützt wurden. Für genügende Feuchtigkeit und Nahrungszufuhr wurde Sorge getragen, indem in kurzen Zwischenräumen sterilisirtes Wasser und monatlich auch Nährlösung zugesetzt wurde.

Nachdem Vöchting und Schostäkowitsch in dem Punkte übereinstimmten, dass Licht und Schwerkraft ohne Einfluss auf Regeneration seien, wurde von Versuchen in dieser Richtung Abstand genommen.

Culturversuche.

Versuch I. Die Prothallien wurden der Länge nach gespalten; der Schnitt geht mitten durch den Vegetationspunkt.

Die Zellfläche wuchs nebst dem durchschnittenen Vegetationspunkt nach vorne zu; auf der der Schnittfläche zugekehrten Seite ist durch starkes Marginalwachsthum ein neuer Lappen gebildet, so dass der frühere Scheitel nunmehr weiter nach vorne gerückt und von zwei Lappen umgeben erscheint. Auf der Neubildung sind junge Archegonien und Antheridien entstanden. Der ältere Theil des Prothalliums hat viele braune Zellen besonders gegen die Schnittfläche zu. An ihm finden sich auch einige Adventivprothallien.

Versuch II. Die Enden der beiden Lappen sind unmittelbar vor dem Vegetationspunkt entfernt, der letztere ist unverletzt.

Der Scheitel wächst normal weiter und erzeugt bald zwei neue Lappen. Die durch den Schnitt getroffenen Zellen sind gebräunt und abgestorben, eine Ergänzung oder ein Zuwachs an diesen Stellen findet nicht statt. Der Vegetationspunkt und die ihn umgebenden unverletzt gebliebenen Zellen wachsen zuerst bandförmig in die Länge, um allmählich auch in Breitenwachsthum überzugehen. Die dadurch entstandene Zellfläche besitzt beiderlei Geschlechtsorgane und zahlreiche Rhizoiden.

Versuch III. Unterhalb des Vegetationspunktes sind die beiden Lappen schräg abgeschnitten; dadurch steht der Vegetationspunkt isolirt. Das Prothallium wächst in ähnlicher Weise wie bei Versuch II zuerst als schmales Band weiter nach vorwärts, um dann ein lebhaftes Breitenwachsthum zu beginnen. Die Breite des zugewachsenen Theiles beträgt in einem Falle 13 mm, gegen 7 mm am älteren Theil, das ganze Prothallium ist 25 mm lang gegen 13 mm vor Beginn der Cultur; am Vegetationspunkt befindet sich eine schwachherzförmige Einbuchtung. Beiderlei Geschlechtsorgane an der Neubildung vorhanden.

Versuch IV. Das Prothallium ist in der Mitte quer durchgeschnitten. Der basale Theil hat sich nicht vergrössert, seine Oberfläche ist mit zahlreichen Adventivprothallien besät, welche schon Antheridien tragen. Der obere Theil hat sich in Länge und Breite beträchtlich vergrössert; seine Ernährung erfolgt vermittels zahlreicher neu gebildeter Rhizoiden, die nach rückwärts gelegene Schnittfläche ist noch von braunen abgestorbenen Zellen begrenzt.

Versuch V. Prothallien sind in Stückchen zerschnitten, von denen jedes ungefähr $^1/_2$—1 qmm gross ist.

Nach 5 Monaten: Der grösste Theil der zerschnittenen Stückchen hat ein lebhaftes Wachsthum entwickelt. Die Rhizoiden sind zahlreich und haften ihrem Substrate fest an. Auf jedem Stückchen stehen Adventivprothallien, die nach einiger Zeit einen Scheitel gebildet haben und sich in der Richtung nach vorne verbreitern. Herzform ist noch nicht ausgebildet, Antheridien sind vorhanden. Diese Cultur wurde weiter beobachtet, ihr Wachsthum durch Zusatz von Nährlösung und angemessene Beleuchtung und Wärme unterstützt. Zwei Monate später hatten die Prothallien Antheridien und Archegonien. An Grösse standen sie jetzt der Cultur, welcher ihre Mutterprothallien entnommen waren, wenig nach. Im achten Monate nach Beginn der Cultur entstanden die ersten Keimpflänzchen.

Versuch VI. Der Vegetationspunkt ist gespalten durch einen Schnitt, der ca. 2 mm tief gegen die Mitte zu geführt ist. Die durch den Schnitt getroffenen Zellen sterben in Kürze ab, die beiden Lappen, von denen jeder einen Theil des Vegetationspunktes auf der Seite hat, wachsen zuerst in die Länge, nach kurzer Zeit beginnt auf der verletzten Seite in den durch das Längenwachsthum neu entstandenen Zellen ein starkes Marginalwachsthum, welches zur Folge hat, dass der Vegetationspunkt wieder allmählich in die Mitte zu liegen kommt. An der Neubildung Antheridien und Archegonien, am Basaltheil sitzen Adventivprothallien.

Versuch VII. Der Vegetationspunkt ist aus dem Prothallium herausgeschnitten und mit ihm das darunterliegende Stück der Mittelrippe. Das Prothallium ist nicht grösser geworden. An seiner Ober- und Unterseite ist es mit Adventivprothallien ganz bedeckt; man zählt an einem Prothallium 20 bis 30 Stück. Sie alle haben Antheridien, sind von länglicher Form, oben herzförmig eingebuchtet. Ein Theil der Prothallien ist zu Grunde gegangen.

Versuch VIII. Die Mittelrippe mit dem Vegetationspunkt oben ist aus dem Prothallium der Länge nach herausgeschnitten. Der grösste Theil der Prothallien hat bald darnach sein Wachsthum eingestellt und ist abgestorben. Bei den übrigen ist der gegen die Basis zu liegende Theil gebräunt, seine Oberfläche ist mit vereinzelten Adventivprothallien besetzt; das vordere Stück dagegen hat sich durch viele junge Rhizoiden fest an sein Substrat geheftet, ist in Länge und Breite gewachsen und beginnt Herzform anzunehmen. Anlagen von beiderlei Geschlechtsorganen sind bereits vorhanden.

Nach 10 Monaten wurden sämmtliche Culturen zum letzten Male untersucht, soweit sie nicht schon vorher zu Grunde gegangen waren. Mit Ausnahme des Versuch V, dessen weiteres Ergebniss schon mitgetheilt ist, war der Befund folgender: Die Mutterprothallien hatten alle ihr Wachsthum eingestellt; sie waren überwuchert von zahlreichen Adventivprothallien, von denen ein Theil gut und normal entwickelt war; die Neubildungen hatten an Ausdehnung zugenommen, der nach rückwärts liegende Theil, der noch von dem alten Prothallium stammte, war abgestorben.

Aus den vorliegenden Beobachtungen lässt sich der Schluss ziehen, dass Regeneration nur an jüngeren Theilen des Prothallium eintritt, während an den älteren Theilen ausschliesslich Neubildungen zustande kommen.

Die Versuche II, III, IV und VIII ergeben ohne Weiteres, dass der Vegetationspunkt und die ihn umgebenden Zellen ihr Wachsthum ungestört fortsetzen; je entfernter aber eine Zelle vom Vegetationspunkt liegt, desto schwerer empfindet sie die Störung des künstlichen

Eingriffes in ihr Wachsthum. Ja selbst wenn der Vegetationspunkt halbiert ist, wie bei Versuch I und VI, findet ein Weiterwachsen desselben statt, und durch vermehrtes Randwachsthum der Neubildung auf der Seite, wo die Verletzung erfolgte, wird der Vegetationspunkt nach einiger Zeit wieder in die normale Mittenlage gebracht. In welchem Grade jedoch die Regenerationsfähigkeit abnimmt, je weiter die Zellen vom Vegetationspunkt entfernt liegen, dies wird durch den Versuch IV klar. Der basale Theil wächst nicht mehr in Länge und Breite, nur einzelne Adventivprothallien entstehen auf seiner Fläche. Der vordere Theil dagegen wächst ungeschwächt weiter, ersetzt in Kürze die durch die Incision verlorenen Rhizoiden, welche mehr gegen die Basis zu standen, in vermehrter Anzahl durch neue, um sich eine reichliche Nahrungszufuhr zu sichern.

Bei all diesen Versuchen ist zu erkennen, dass die verletzten Theile stets nach vorne zu wachsen und sich bestreben in die normale Herzform wieder überzugehen. Der Versuch VII lehrt uns die interessante Thatsache, dass nach Entfernung des Vegetationspunktes ein Grössenwachsthum gar nicht mehr auftritt, dagegen Adventivprothallien an allen Stellen des so beschädigten Prothalliums hervorbrechen. Die hier zu Tage getretene Erscheinung ist wohl zur praktischen Verwerthung geeignet in den Fällen, wo eine Vermehrung der Prothallien und mithin der Pflanzen durch die geringe Keimfähigkeit der Sporen bisher hintangehalten wurde. Fragen wir uns nun nach dem Grunde dieser Erscheinung, so glaube ich, dass derselbe in der künstlichen Aufspeicherung von Nährstoffen im Prothallium zu finden ist. Denn der Hauptverbrauch an Nähr- und Baustoffen des Prothalliums findet am Vegetationspunkt statt, an der Stelle wo unter gewöhnlichen Bedingungen die Zelltheilung und das Wachsthum am grössten ist. Ist nun dieser Punkt ausser Thätigkeit gesetzt, so geräth der Lauf der Baustoffe nach vorne zu ins Stocken, durch die Assimilationsthätigkeit der Pflanze wird noch mehr Nahrung erzeugt und jede Zelle ist nach und nach mit Nährstoffen vollgepfropft. Nun beginnen einzelne Zellen gegen die Aussenseite zu sich zu theilen und produciren ein Adventivprothallium. Dasselbe saugt aus seinem Mutterprothallium Nährstoff auf, so lange welcher vorhanden ist, sucht sich aber bald auf eigene Füsse durch Bildung von Rhizoiden zu stellen, mittels welcher es die Nahrung zu seinem weiteren Aufbau dem Substrate entnehmen kann. Wenn jedoch die Adventivprothallien dicht gedrängt auf dem Mutterprothallium stehen, dann ist es klar, dass nur die Aeusseren davon mit ihren langen

Rhizoiden das Substrat erreichen können, um sich selbst weiter zu ernähren. Die übrigen fristen durch den nach und nach eintretenden Mangel an Nahrstoffen ein kümmerliches Dasein, sind langgestreckt, aufwärts gerichtet und können nur durch Verpflanzen auf günstigen Nährboden vor dem Absterben gerettet werden.

Auf die soeben angeführten Gründe möchte ich auch das Auftreten von Adventivprothallien am basalen Theil in Versuch IV zurückführen. Denn die Zellen, welche gegen den Vegetationspunkt zu liegen, sind durch den Schnitt verletzt und abgestorben; an ihre Stelle tritt nie eine Ergänzung des abgeschnittenen Theiles ein — ebenso wie bei Versuch II und III das schmale Zellband sich nicht mehr verbreitert —, die Randzellen sind, als die ältesten mit am Prothallium in Dauerzellen übergegangen und haben ihre Theilungsfähigkeit eingebüsst; durch Assimilation und Zufuhr von Nahrung durch die Rhizoiden tritt ein gewisser Ueberfluss an Baustoffen ein, welcher die eben beschriebenen Erscheinungen hervorruft. Wenn wir aber trotzdem nur einige Adventivprothallien an dieser Stelle auftreten sehen, so ist daran die Wachsthumsenergie schuld, welche, wie schon erwähnt, mit dem Grade der Entfernung der einzelnen Zellen vom Vegetationspunkt abnimmt.

Eine besondere Beachtung verdient der Versuch V. Es ist leicht erklärlich, dass sich der Ausführung dieses Experimentes zahlreiche Schwierigkeiten entgegen setzten, wobei Pilze und Algen nicht zum geringsten betheiligt sind, und so kam es auch, dass es mir trotz wiederholter Versuche nur bei Doodya gelang, aus den kleinen $^1/_2$ bis 1 qmm grossen Zellstücken kräftige Prothallien zu erziehen, welche die Fähigkeit besassen, neue Pflanzen zu erzeugen.

Die Bildung der Adventivprothallien geht auf demselben Wege vor sich wie bei dem beschriebenen Versuche VII. Hier ist jedoch die Zellfläche, welcher das Adventivprothallium entsprosst, ein ganz minimales aus einigen Zellen bestehendes Gebilde. Durch das Zerschneiden sind die äusseren Zellen des Prothalliumstückes verletzt und abgestorben, die inneren Zellen entnehmen ihrem Substrate die nöthige Nahrung durch neu entstandene Rhizoiden, die weiters eintretenden schon oben erörterten Verhältnisse bewirken die Bildung der Adventivprothallien.

Die bei Versuch VII und V gemachten Wahrnehmungen dürften wohl die Behauptung begründen, dass fast jede Zelle eines Prothalliums, soweit sie nicht verletzt ist, unter bestimmten Bedingungen im Stande ist, ein neues Prothallium und als weitere Consequenz hieraus eine neue Pflanze zu erzeugen. In diesem Punkte befinde ich mich in Uebereinstimmung mit den Resultaten, welche Vöchting und Schostakowitsch bezüglich der Lebermoose erhalten haben.

Die gewonnenen Resultate lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

I. Eine Ergänzung der künstlich entfernten Gewebetheile an derselben Stelle, wo sie abgeschnitten wurden, findet nicht statt.

II. Die durch den Schnitt getroffenen Zellen bräunen sich und sterben ab, an ihrer Stelle tritt eine Neubildung nicht ein.

III. Fast jede Zelle des Prothalliums besitzt die latente Fähigkeit, zur Erzeugung einer neuen Pflanze. Diese Erscheinung ist jedoch abhängig von geeigneten äusseren Einflüssen.

IV. Die vorderen, dem Vegetationspunkt naheliegenden Theile zeigen das Bestreben, sich bei stattgehabter Verletzung zu regeneriren und die normale Form wieder anzunehmen.

V. Die Wachsthumsenergie ist am Vegetationspunkt und seiner nächsten Umgebung am grössten; sie schwindet in dem Masse, als die Zellen sich vom Vegetationspunkt entfernen, die weiter entfernten schreiten zu Neubildungen in Gestalt von Adventivprothallien.

VI. Die im Versuch VII gemachten Erfahrungen lassen sich praktisch verwerthen in den Fällen, wo eine Vermehrung der Prothallien und mithin der Pflanzen an der geringen Keimfähigkeit der Sporen bisher scheitern musste.

VII. Die regenerirten und die Adventivprothallien verhalten sich wie die normalen aus Sporen erwachsenen.

III.

Die Frage, wie die Bildung von Geschlechtsorganen an Farnprothallien unterdrückt werden kann, ist schon des öfteren aufgeworfen worden. Die ersten Mittheilungen hierüber rühren von Bauke (43 pag. 635) her, der beobachtet hat, dass an dem fortwachsenden Scheitel wuchernder Prothallien von Aneimia Phyllitidis statt der Archegonien Antheridien angelegt wurden, als die Cultur im Laufe der Zeit von Moosprotonema derartig überzogen worden war, dass die einzelnen Prothallien von einem Gewirr solcher Fäden mehr oder weniger umgarnt waren. An einem anderen Orte (39 pag. 6) führt er von Lygodium japonicum an, dass an solchen Prothallien, die anfangs rein weiblich waren, aber infolge nachträglich eingetretener, besonders ungünstiger Culturbedingungen die Archegonienbildung eingestellt hatten, nunmehr an dem fortwachsenden Scheitel an Stelle der weiblichen Organe männliche auftraten, so dass sie nun monöcisch wurden.

Ferner hat Prantl (9) das Auftreten von Archegonien verhindert, indem er die Prothallien in Nährlösungen cultivirte, welche keinen Stickstoff enthielten. Er erhielt hiebei stets ameristische Prothallien, die nur Antheridien trugen. Brachte er solche ameristische Prothallien in stickstoffhaltige Nährlösung, so wurden dieselben meristisch und begannen weibliche Geschlechtsorgane zu bilden. Diese Versuche, welche an Osmunda regalis, Polypodium vulgare und Aspidium filix mas angestellt wurden, gelangen auch in umgekehrter Weise; Prantl kam hiedurch zu dem Resultate, dass von der je nach den Ernährungsverhältnissen verschiedenen Entwickelung der Prothallien auch die Vertheilung der Geschlechtsorgane abhängig sei.

Einen weiteren diesbezüglichen Versuch machte Buchtien (24 pag. 28). Er verpflanzte archegonientragende Prothallien von Equisetum pratense von fruchtbarem Lehmboden auf mageren Sand. Nach Verlauf einer Woche wurden die ersten Antheridien sichtbar und schliesslich wurden von den verpflanzten Prothallien (etwa 200) nur mehr Antheridien gebildet. Selbst an denen, die zur Zeit der Verpflanzung schon befruchtet waren, sind noch Antheridien aufgetreten. Hier wurden also weibliche Prothallien auf männliche zurückgeführt.

Nun blieb aber noch zu untersuchen übrig, ob das gleiche Ziel nicht auch zu erreichen sei, entweder durch eine in gewissem Grad geschwächte Beleuchtung oder durch Cultiviren unter einer Beleuchtung mit Ausschluss bestimmter Strahlen des Spectrums, einerseits der stärker brechbaren, also unter rothem und gelbem Licht, anderseits der weniger brechbaren, also unter blauem und violettem Licht, oder mit Ausschluss der ultravioletten Strahlen. Anlass hiezu gaben mir die Versuche, welche Sachs (20) mit den genannten Beleuchtungsarten anstellte. Das hiebei gewonnene Resultat ist kurz zusammengefasst dies, dass die gelben und benachbarten Strahlen in der Pflanze die Kohlensäure zersetzen, bezw. die Bildung von Stärke veranlassen, während die blauen und violetten Strahlen als Bewegungsreize wirken.

In einer weiteren Arbeit „Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung“ (21) sucht Sachs den Nachweis zu führen, dass es die ultravioletten Strahlen sind, welche in den grünen

Blättern die blüthenbildenden Stoffe erzeugen. Sachs hat bei allen seinen Versuchen nur mit phanerogamen Pflanzen experimentirt, es schien von Interesse, solche Versuche in ähnlicher Weise mit der geschlechtlichen Generation der Farne anzustellen; ein Resultat, demzufolge sich die von Sachs gemachten Beobachtungen auf die Kryptogamen nicht ausdehnen lassen, konnte gar nicht überraschen, da schon die Versuche von Klebs (22) an Algen bewiesen, dass die ultravioletten Strahlen für die Entstehung der Geschlechtsorgane gleichgültig seien.

Noch zu erwähnen sind die Beobachtungen Prantl's (23) mit farbigem Licht, von denen er in seiner Arbeit „Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bilateralität der Farnprothallien" Mittheilung macht. Wir lesen dort (pag. 702): „Im gelben Lichte unterbleibt das Breitenwachsthum ebenso wie in sehr abgeschwächtem gemischtem Lichte". Ferner (pag. 701): „Im gelben Lichte wachsen die Keimfäden genau vertical aufwärts" und (pag 702): „Im blauen Lichte ist kaum eine Differenz vom gewöhnlichen diffusen Lichte erkennbar".

Für meine Versuche wählte ich Lygodium japonicum, Balantium antarcticum Alsophila australis und Doodya caudata. Die Sporen wurden auf Torfwürfel ausgesät, nach ihrer Keimung wurden sie noch unter normalem Tageslicht belassen; bevor aber die Bildung von Geschlechtsorganen begann, wurden von den verschiedenen Aussaaten je ein Torfwürfel unter blaues und gelbes Licht, ferner unter Chininlösung und Aeskulinlösung gesetzt. Zur Controlle wurden die Lichtculturen weitergeführt. Zu diesen Culturen benützte ich flache runde Glasschalen von 15 cm Durchmesser, ihre gerade Seitenwand war 7 cm hoch. In der Schale ruhte 2 cm über dem Boden auf Paraffinklötzchen eine runde Glasscheibe, auf welcher die Torfwürfel sich befanden. Zwischen der Glasplatte und dem Boden der Schale befand sich eine ca. 1 cm hohe Schicht Wasser, so dass ein feuchter Raum vorhanden war. Die Seitenwand wurde mit schwarzem Glanzpapier — die schwarze Seite nach innen — beklebt, so dass nur von oben her Lichtstrahlen zu den Prothallien gelangen konnten. Als Deckel diente eine runde Glasscheibe von 20 cm Durchmesser, auf dieselbe klebte ich mittelst Guttaperchalösung einen im Durchschnitt quadratisch geformten Gummiring von 0,6 cm Höhe und 0,6 cm Breite; sein lichter Durchmesser betrug 19 cm. Auf denselben wurde eine zweite Glasplatte von derselben Grösse wie die erste aufgesetzt. Den Zwischenraum zwischen beiden Platten füllte ich mit den betreffenden Lösungen, so dass das Licht eine 0,6 cm dicke Flüssigkeitsschicht passieren musste, ehe es zu den Prothallien gelangte.

Diese Vorrichtung bewährte sich jedoch nur bei Aesculin und Chinin; Kupferoxydammoniak und Kaliumbichromat gaben bald Niederschläge und lösten den Gummikitt auf. Um jedoch bei der voraussichtlich langen Dauer der Culturen Störungen möglichst hintanzuhalten, benützte ich braune und blaue Glasscheiben. Dieselben wurden mittels des Spektroskops[1]) genau untersucht, und ergab sich, dass die braunen Glasplatten die Strahlen zwischen den Linien E und F bis H absorbierten; es war also nur Roth, Orangegelb und ein kleiner Theil von Grün zu sehen; die blauen Gläser absorbirten Roth mit Ausnahme eines kleinen Streifens zwischen B und C, ferner Orange, Gelb und einen Theil des Grün, es waren demnach durchlässig nur blaue und violette Strahlen, ferner dunkelgrün und ein kleiner Theil von Roth. Die Chininlösung stellte ich im Verhältnis 1 : 75 her, Aesculin löste ich 1 : 1000; ich fand, dass beide Lösungen in diesen Verdünnungen am meisten fluorescirten. Ihre Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen wurde ebenfalls im physikalischen Institut mittelst des Spectrums mit einem Prisma von Bergkrystall geprüft. Es zeigte sich, dass durch die Chininlösung eine kleine Menge ultravioletter Strahlen hindurchpassirte, von der Aesculinlösung aber wurden sämmtliche ultraviolette Strahlen absorbirt. Durch die zwei Glasplatten mit der 0,6 cm dicken Flüssigkeitsschicht wird die Lichtintensität, wie sich aus photometrischen Messungen ergeben hat, um 25—30 % geschwächt; es erschien mir daher nothwendig, eine weitere Cultur zu bereiten, bei welcher ich die Zwischenschicht zwischen den Glasplatten mit destillirtem Wasser füllte — ich nenne sie in Folgendem Controllcultur unter Wasser —; hiedurch wollte ich dem eventuellen Einwand begegnen, als seien die Resultate der unter Chinin und Aesculinlösung erzogenen Culturen nicht auf eine Einwirkung der ultravioletten Strahlen, sondern auf Verminderung der Lichtintensität zurückzuführen. Die Cultur unter gedämpftem Tageslicht war derart beschaffen, dass auf die Prothallien nur solches Licht fallen konnte, welches eine mit einem Bogen dünnen Filtrirpapiers beklebte Glasscheibe passirt hatte. Alle Culturen wurden in einem gegen Osten und Süden freigelegenen Raume gehalten, gegen directes Sonnenlicht wurden sie hinreichend geschützt. Die Culturen wurden 14 Monate hindurch fortgesetzt; ihr Verlauf wurde allmonatlich beobachtet und notirt; in Folgendem theile ich das Resultat mit, wie es sich beim Abschlusse ergeben hat.

---

[1]) Herrn Professor Dr. Sohncke, unter dessen Leitung ich im physikalischen Institut des k. Polytechnikums dahier die nothwendigen Untersuchungen machte, sei an dieser Stelle der herzlichste Dank gesagt.

Resultate.

Um zu denselben zu gelangen, war es nothwendig, jede Cultur zuerst mit der Lichtcultur derselben Species zu vergleichen, als der „Normalen“ zur Controlle, ob und wie weit Abweichungen zu erkennen waren, welche durch den Einfluss der einzelnen Beleuchtungsarten hervorgerufen wurden; in zweiter Linie müssen aber die unter den gleichen Bedingungen erzogenen Culturen der vier Species unter einander verglichen werden; hiedurch erst wird es möglich, ein Urtheil über die Wirkung gewisser Strahlen des Spectrums zu gewinnen.

Zum Vergleich in dem zuerst besagten Sinne dienten die Aufzeichnungen des über die Culturen geführten Tagebuches; es würde jedoch zu weitläufig sein, dieselben besonders anzuführen, weil sie sich aus der sogleich folgenden Besprechung von dem an zweiter Stelle benannten Standpunkte aus von selbst ergeben.

1. Die Lichtculturen zeigen ein normales Wachsthum, tragen beide Geschlechtsorgane zu gleicher Zeit, und haben zahlreiche Keimpflanzen erzeugt. Am wesentlichsten hievon unterscheiden sich die Culturen unter gelbem Glas. Das Wachsthum ist gering, theilweise sind die Vorkeime erkrankt; Archegonien kommen nicht zur Ausbildung, wiewohl eine Mittelrippe, wenn auch nur schwach entwickelt, vorhanden ist; die Antheridien sind sehr zahlreich; natürlicher Weise können Keimpflanzen nicht entstehen. Adventivprothallien sind zahlreich und ameristisch. Die Prothallien sind, wiewohl sie weit von einander standen, senkrecht in die Höhe gewachsen. Die Rhizoiden, welche nie einen positiven Geotropismus zeigten, starrten infolge dessen nach den Seiten frei in die Luft; eine Aufnahme von Nährstoffen konnte daher nur durch einen Theil der Rhizoiden, und zwar die untersten den Boden berührenden, erfolgen. Das Breitenwachsthum war nur gering entwickelt.

2. Lässt man solche Prothallien unter gewöhnlichem Tageslicht weiterwachsen, so suchen dieselben in den normalen Typus zurückzukehren. Prothallien, welche sieben Monate lang unter gelbem Licht cultivirt waren, waren nur 2 mm breit, die Herzbucht kaum ausgebildet und Antheridien in grosser Anzahl vorhanden. Nach weiteren vier Monaten, während welcher Zeit sie dem Tageslicht ausgesetzt waren, hatten sie eine Länge bis zu 22 mm im Durchschnitt (gegen 14 mm) erreicht. Der schmale Basaltheil ist gebräunt und mit etlichen Adventivprothallien besetzt; der Scheitel ist wesentlich in Länge und Breite gewachsen. Die beiden Lappen sind nunmehr 10—12 mm breit, Rhizoiden sind an dem neu entstandenen Theile

zahlreich gebildet. Unterhalb der Herzbucht stehen bereits junge Archegonien.

3. Die Culturen unter blauem Licht zeigen gutes Wachsthum, sie sind durchwegs länger gestreckt als die Lichtculturen, vorn schmäler, wenn auch die Herzform vorhanden ist. Alle haben Keimpflanzen. Die Entwickelung der Adventivprothallien ist denen der anderen Culturen voraus.

4. Unter gedämpftem Licht hat sich das Wachsthum wesentlich verlangsamt, die Prothallien wachsen bedeutend in die Länge, weniger in die Breite, beiderlei Geschlechtsorgane sind vorhanden, desgleichen theilweise schon Keimpflanzen; überall stehen Adventivprothallien.

5. Die Culturen unter Chinin und Aesculinlösung zeigen so viel Uebereinstimmung miteinander, dass ihr Resultat zusammengefasst werden kann. Das Wachsthum ist gut, die Form normal; Archegonien und Antheridien sind vorhanden und sechs Culturen besitzen Keimpflanzen; bis auf Lygodium japonicum haben alle Adventivprothallien.

6. Die Prothallien, welche unter der 0,6 cm dichten Wasserschicht wuchsen, sind der Lichtcultur an Entwickelung weit voran; sie sind meist breiter als lang und haben grosse ausgebuchtete Lappen; das Gewebepolster ist fleischig verdickt, Geschlechtsorgane sind zahlreich, ebenso die Keimpflanzen; Rhizoiden sind üppig gewachsen, Adventivprothallien sind nur bei Alsophila australis, welche Species zur Anlage solcher Organe besonders geneigt zu sein scheint.

Wenn man aus dem Vorliegenden die Schlussfolgerungen zieht, dann ergibt sich, kurz zusammengefasst, Folgendes:

I. Farnprothallien entwickeln sich am üppigsten bei einer Beleuchtung durch Tageslicht, dessen Intensität um 20—25 % geschwächt ist.

II. Der Ausschluss der ultravioletten Strahlen ist auf die Entstehung der Geschlechtsorgane ohne Einfluss.

III. Farnprothallien haben die Eigenschaft, bei Verdunkelung bis zu einem gewissen Grade neben Keimpflanzen reichlich Adventivprothallien zu bilden.

IV. Die blauen und violetten Strahlen des Spectrums wirken verdunkelnd — daher Adventivprothallien — und verlangsamen das Wachsthum unerheblich; die Fortpflanzungsfähigkeit wird hiedurch nicht gestört.

V. Im gelben Licht, d. h. unter den weniger brechbaren Strahlen des Spectrums wachsen die Prothallien bedeutend in die Länge, aber verbreitern sich unmerklich, die Mittelrippe wird schwach ausgebildet; die Prothallien stellen sich aufwärts, nur ein geringer Theil der Rhizoiden berührt den Boden, um ihm Nährstoffe zu entnehmen. Durch das Zusammenwirken dieser beiden Umstände wird die Ausbildung von weiblichen Geschlechtsorganen verhindert, trotz der Anwesenheit von Meristem.

VI. Wir sind daher im Stande, die geschlechtliche Fortpflanzung der Farne durch geeignete Lichtwirkung zu unterdrücken.

IV.

Die heutige Systematik der leptosporangiaten Farne gründet sich auf die Beschaffenheit willkürlich gewählter Merkmale[1]); man nimmt je nach Form des Annulus, der Dehiszenz des Sporangiums und schliesslich der Vertheilung derselben auf dem Blatte die Eintheilung in verschiedene Gruppen vor. Da hiebei ausschliesslich auf die ungeschlechtliche Generation Rücksicht genommen ist, so wirft sich von selbst die Frage auf, ob denn bei der geschlechtlichen Generation sich nicht Anhaltspunkte finden, welche in irgend welche Beziehung zur systematischen Verwandtschaft gebracht werden könnten.

Die Auswahl der Merkmale, auf die es hier ankäme, ist bei der geringen Grösse eines Farnprothalliums, sowie der grossen Aehnlichkeit derselben unter einander, natürlich eine sehr beschränkte, und doch ist es möglich, gewisse typische Eigenschaften herauszufinden, welche auf die Stellung der betreffenden Gattung in System bezogen werden können. Auf welche Punkte hiebei Gewicht zu legen ist, möge in Folgendem des Näheren besprochen werden.

Der Schwerpunkt liegt darin, nur solche Organe heranzuziehen, welche typisch für die betreffenden Gruppen sind und wiederkehren auch bei geänderten Culturbedingungen. In erster Linie eignen sich hiezu die Antheridien und gewisse Haarbildungen; daneben ist aber auch auf Stellung der Geschlechtsorgane und Rhizoiden, das Vorhandensein oder Fehlen einer Scheitelregion, der Herzbucht u. s. w. wie sie unter normalen Verhältnissen vorzukommen pflegen, die entsprechende Rücksicht zu nehmen. Allerdings sagt Bauke (10 pag. 102): „Ueberdies kann gerade die Entwickelungsgeschichte des Prothalliums für die Systematik der Farne sehr wenig in Betracht kommen. Denn sowohl die Gestalt, Wachsthumsweise und Grösse des Vorkeimes, als der Ort und die Gestalt der Haarwurzeln und Antheridien variiren nicht nur unter anscheinend gleichen Verhältnissen bei einer und derselben Species oft innerhalb auffallend weiter Grenzen, sondern wir sind auch

---

1) Vgl. Goebel, Archegoniatenstudien 8. Flora 1896.

im Stande, durch willkürliche Aenderung der äusseren Lebensbedingungen derartige Variationen hervorzurufen. So werden bei sehr engen Aussaaten vorzugsweise männliche Vorkeime producirt, die hinsichtlich der Gestalt, Wachsthumsweise u. s. w. sich meist völlig anders verhalten als die Archegonien tragenden Prothallien etc.“ Zu dieser Anschauung ist Bauke gekommen, nachdem er die Keimungsgeschichte der Polypodiaceen, Hymenophyllaceen, Osmundaceen und Cyatheaceen theils nach den damals vorhandenen Litteraturangaben, theils nach eigenen Untersuchungen unter einander verglichen hat. Der genannte Forscher hat in dieser Beziehung auch theilweise Recht, denn es kann z. B. der Umstand, ob die erste aus der keimenden Spore austretende Zelle das primäre Wurzelhaar abgliedert oder erst die zweite, ferner ob der aus der Spore hervorbrechende Vorkeim bald zur Zellfläche auswächst oder erst nach wiederholten Quertheilungen, in der That kein systematisches Merkmal abgeben, wenn diese Verhältnisse sich nicht einmal unter normalen Bedingungen immer gleich bleiben.

Bei meinen Versuchen mit farbigem Licht hatte ich stets dieselbe Species, aber unter anderen Culturbedingungen, vor Augen, und da war es nun nicht schwer, brauchbare Momente von anderen auszuscheiden. Ich habe z. B. bei Balantium und Alsophila australis, Lygodium japonicum und anderen unter normalen Bedingungen nie randständige Antheridien gesehen. Die unter braunem Licht oder Chininlösung entstandenen Adventivprothallien hatten, so lange sie fadenförmig und ameristisch waren, fast ausschliesslich randständige Antheridien. Die Stellung des Antheridiums konnte also nicht in Betracht kommen, wohl aber die Gestalt und Zellanordnung an demselben, welche immer wieder dieselbe war. Hiebei ergab sich, dass im Ganzen zwei Typen im Antheridienbau vorhanden sind, und zwar springt beim einen (Typus A) die Deckelzelle bei der Reife der Spermatozoiden ab, beim anderen (Typus B) reisst sie sternförmig auf.

Die gleichen Erfahrungen machte ich bezüglich der Stellung der Archegonien und der Haarbildung. Wenn ein Prothallium Papillen oder mehrzellige Haare in normaler Cultur besass, so konnte ich deren Vorhandensein auch unter anderen Bedingungen immer wieder constatiren. Waren die Archegonien zu beiden Seiten der Mittelrippe oder in der Mitte unterhalb der Herzbucht angeordnet, so konnte auch hier eine Aenderung nicht bemerkt werden.

Die Aenderung der Culturbedingungen erstreckte sich auch auf Temperatur und Nährboden.

Die Aufzählung dieser Beobachtungen wird wohl die Bezeichnung als „constante Merkmale“ für diese Organe rechtfertigen, so dass ihrer Verwerthung zur systematischen Charakterisirung nichts mehr im Wege steht. Auch Goebel (2 pag. 709; 3 pag. 107) hat schon mehrfach darauf hingewiesen, „dass auch in der Geschlechtsgeneration der Farne die Entwickelung bestimmter Reihen stattgefunden hat, von Reihen, die entweder parallel gehen mit den „Gattungen“ der ungeschlechtlichen Generation oder innerhalb einer und derselben „Gattung“ verschieden sein können, ohne dass diese Differenzen etwa einseitig auf Anpassungscharaktere zurückgeführt werden können“.

Hymenophyllaceae.

Diese Familie weicht in ihrer Geschlechtsgeneration am weitesten von den bekannten Formen ab. Die ersten Arbeiten hierüber sind die von Mettenius (28) und Janczewski & Rostafinski (29), dann folgt diejenige Goebels (3 pag. 90, und 30), worin der Verfasser auch auf die Uebereinstimmnng dieser so einfach gebauten Prothallien mit den Moosprotonemen hinweist. Ferner haben sich Bower (31), dann Giesenhagen (32 pag. 421) und zuletzt wieder Goebel (30 pag. 104) in eingehender Weise mit der Entwickelung verschiedener Arten, besonders Trichomanes, beschäftigt.

In den einfachsten Fällen stellt das Prothallium eine Anzahl verzweigter Fäden dar. Die Antheridien entstehen an Seitenästen, die Archegonien sitzen am „Archegoniophor“, einem winzigen Zellkörper, der zu diesem Zwecke an einem Prothalliumfaden entstanden ist.

Bei höher entwickelten Formen erscheint das Prothallium als eine schmale längliche Zellfläche, welche sich selten mittelst Scheitelzelle, meistens durch Marginalwachsthum bildet. Hier stehen dann die Antheridien gewöhnlich am Rande der Zellfläche. Aus einer Anzahl dem Rande benachbarter Zellen geht ein Zellkörper hervor, auf dem die Archegonien ihren Standort haben. Die bandförmigen Prothallien besitzen randständige Rhizoiden von dunkelbrauner Farbe. Die faden- und bandförmigen Prothallien bilden zahlreiche Verzweigungen ihrer Zellflächen.

Die Vermehrung der Prothallien auf vegetativem Wege vollzieht sich in ausgiebiger Weise durch Brutknospen.

Die Seitenwände der Zellen sind getüpfelt, sowohl am fadenförmigen wie am bandförmigen Prothallium. Das Auftreten von Adventivsprossen ist hier eine häufige Erscheinung. Die Antheridien kommen in ihrem Bau denen der Osmundaceen am nächsten.

An dem mir durch Herrn Professor Goebel gütigst zur Verfügung gestellten Alkoholmateriale, das von ihm selbst in Südamerika gesammelt worden ist, waren die jüngeren Stadien nicht mehr vorhanden, um daran eine genaue entwickelungsgeschichtliche Untersuchung zu knüpfen, was um so wünschenswerther gewesen wäre, da hierüber nur spärliche Beobachtungen vorliegen. Da ich mir ein geeigneteres Material jedoch nicht verschaffen konnte, so muss ich mich darauf beschränken, das Antheridium in einem fortgeschritteneren Stadium zu beschreiben.

Das ganze Gebilde stellt (Fig. 13) ein kugelförmiges Köpfchen mit kurzer Stielzelle dar. Auf die Stielzelle folgt in dem Köpfchen zunächst eine flach scheibenförmige Zelle, an welche sich an der einen Seite eine keilförmige Zelle anschliesst, welche in einzelnen Fällen auch noch durch eine horizontale Wand in zwei Theile zerlegt ist. Auf diesen Zellen ruht direct die centrale Zellgruppe, aus welcher die Spermatozoiden hervorgehen. Nach den Seiten hin ist diese centrale Zellgruppe umschlossen von einer einfachen etwas schief zur Kugelbasis orientirten ringförmigen Zelle, an welche sich nach oben hin ein oder zwei hufeisenförmige und zum Schlusse eine kreisförmig umschriebene Zelle gewissermassen als Deckelstück anschliesst, welche bei der Reife abgehoben wird.

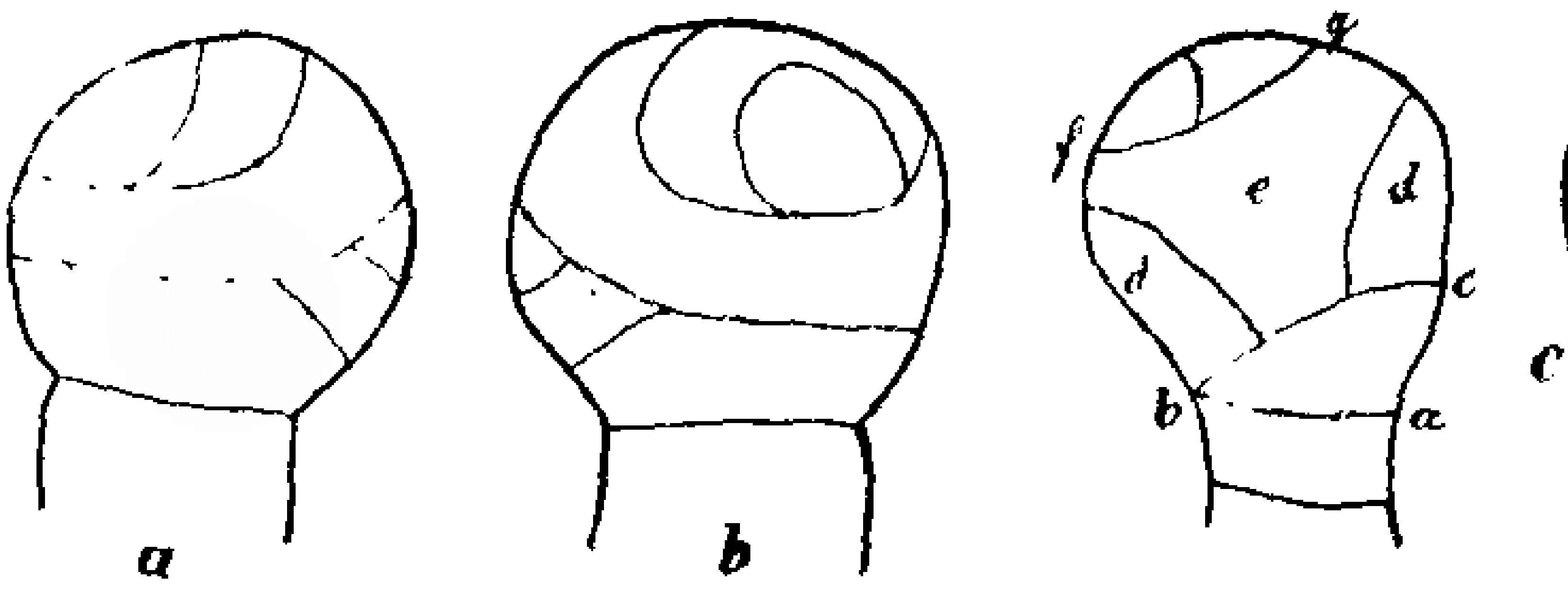


Fig. 13. Trichomanes.

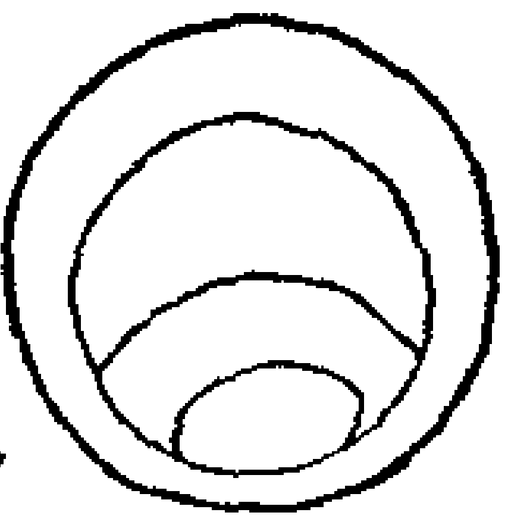


Fig. 14. Trichomanes. Von oben.

Bei der Gattung Hymenophyllum ist die Stielzelle durch eine Längswand getheilt. Wenn man aus der fertigen Form auf die Reihenfolge der Zellbildungen (Fig. 14) schliessen darf, so ist wohl anzunehmen, dass in der kugelförmigen Endzelle der Antheridienanlage zuerst die mit der Kugelbasis parallel oder wenig geneigt verlaufende Wand *ab* und darauf die schräg an sie angesetzte obere Wand *bc* der keilförmigen Zelle sich bildet. Auf die letztere setzt sich nun eine ringförmige Theilungswand *d* auf, welche in der oberen Hälfte der Kugel sich ringsum an die Aussenwand ansetzt, und also ein cylindrisches oder nach oben hin etwas konisch erweitertes Stück *e* aus der Kugel herausschneidet und nach aussen hin die ringförmige Zelle abgrenzt. Das herausgeschnittene Stück der Kugel wird nun durch eine Wand, welche annähernd parallel zu der oberen Wand der keilförmigen Zelle steht, und sich an die ringförmige Wand *fg* ansetzt, in einen centralen Theil und in den oberen deckelförmigen Theil zerlegt. Aus dem letzteren gehen durch weiter auftretende etwas schief gerichtete Wände die hufeisenförmigen Zellen und die kreisförmige Deckelzelle hervor, die centrale Zelle dagegen bildet die Spermatozoidmutterzellen aus.

Osmundaceae.

Die Entwickelungsgeschichte des Vorkeims, sowie seine Geschlechtsorgane, sind zuerst von Kny (24) im Jahre 1868 in eingehender Weise beschrieben worden, nachdem schon Wigand (25) in den fünfziger Jahren kurze Angaben über Osmundaceen gebracht hatte.

Kny's Untersuchungen erstreckten sich nur auf Osmunda regalis L., während drei Jahre später Luerssen (26) genaue Angaben macht über die Keimungsgeschichte von Todea barbara (Moore), Todea superba (Col.), Osmunda regalis L. und Osmunda cinnamomea L. Die von ihm erhaltenen Resultate sind die gleichen wie diejenigen von Kny; die Todea-Arten stimmen in ihrem Verhalten vollkommen mit Osmunda überein.

Im Jahre 1892 erschien noch eine weitere Arbeit von Campbell (27), der die Osmunda claytoniana L. und Osmunda cinnamomea beschrieb.

Ueber die eigenthümlichen Wachsthumsvorgänge an älteren Osmundaprothallien finden sich Mittheilungen von Goebel (2 pag. 706). Der Vorkeim wächst theils mit, theils ohne eine Scheitelzelle, nimmt aber stets die Herzform an; schon sehr bald treten Antheridien an dem Rande oder der Unterseite des Vorkeimes auf, sie sind in ihrem Bau durchaus verschieden von denen anderer Familien. Die Antheridiummutterzelle theilt sich zuerst durch eine schiefe nach innen concave Wand (Fig. 15), der in der oberen und grösseren der beiden Schwesterzellen eine zweite entgegengesetzte Wand folgt; die innere und gleichzeitig obere Zelle bildet nun eine zur Längsachse des Antheridiums nahezu senkrechte, nach unten etwas eingebogene Scheidewand, welche sich den anderen Wänden allseitig ansetzt. Hierdurch ist die Centralzelle und Deckelzelle gebildet. Während letztere sich durch mehrere nahezu parallele über den Scheitel hinweg laufende Wände in drei oder vier (besonders bei Osm. cinnam. und Osm. Clayton.) Zellen theilt, vollziehen sich in der darunterliegenden Centralzelle eine Anzahl regelloser Theilungen in die Anthrozoidmutterzellen. Das reife Antheridium von aussen gesehen besteht demnach aus zwei oder drei schief aufeinander stehenden basalen Zellen, denen sich die in mehrere Theile zerfallene Deckelzelle aufsetzt. Geschlosse Ringzellen kommen niemals vor.

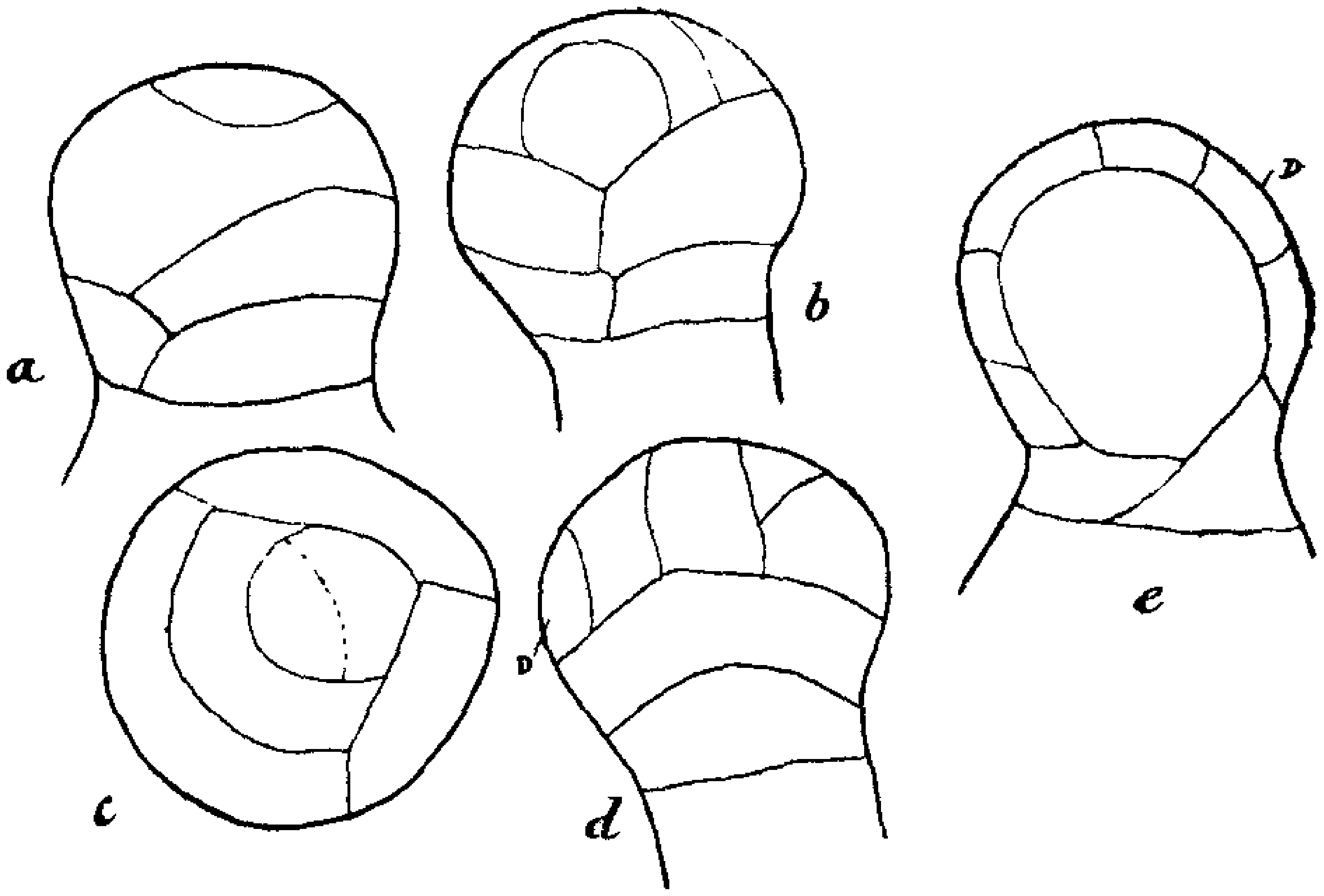


Fig. 15.

Die Archegonien sind von normalem Bau, wie er des öfteren schon für die Polypodiaceen beschrieben worden ist. Wichtig für die Systematik ist der Umstand, dass dieselben stets zu beiden Seiten der Mittelrippe stehen, da wo sie sich gegen die Zellfläche abflacht, am basalen Theile die ältesten, am Scheitel die jüngsten. Haarbildungen jedweder Art sind am Prothallium nicht vorhanden.

Erwähnenswerth ist noch das Bestreben, Adventivsprosse zu bilden, was bei den Polypodiaceen unter normalen Verhältnissen nicht der Fall ist.

In älteren Stadien findet häufig an den Prothallien eine Verzweigung statt, in der Weise, dass eine Zellgruppe des Vegetationspunktes, seitlich von dessen Mitte, ein gesteigertes Wachsthum zeigen. Hiedurch entsteht als Endresultat seitlich aus dem verbreiterten Vegetationspunkt die Anlage eines neuen Prothalliumlappens.

Cyatheaceae.

Ueber die Cyatheaceen-Vorkeime stammen die ersten Angaben von Wigand (25), weitere Beobachtungen, besonders bezüglich des

Scheitelwachsthums, machte Kny (24 pag. 13 und 38 Nr. 3). Eine eingehende Untersuchung erfuhr diese Familie aber erst durch Bauke (10 pag. 49), deren Ergebnisse in der umfangreichen Arbeit „Entwickelungsgeschichte des Prothalliums bei den Cyatheaceen, verglichen mit derselben bei den anderen Farnkräutern“ nieder gelegt sind. Die von Bauke untersuchten Species sind Cyathea medullaris, Hemitelia spectabilis, Alsophila australis, Cibotium Schiedei.

Die Entwickelung des Vorkeimes erfolgt in der Weise, wie sie bei den Polypodiaceen als die „normale“ gilt.

Der Bau der Antheridien wurde schon von Kny (40) studirt und beschrieben. Bauke gibt eine Entwickelungsgeschichte desselben und bestätigt die Angaben Kny's. Das Antheridium sitzt auf einer meistens getheilten schief zur Fläche verlaufenden Stielzelle auf. Darauf sitzen ein oder zwei kreisförmige Ringzellen, welche die Centralzelle umschliessen. Innerhalb der Centralzelle vollzieht sich die Bildung der Spermatozoiden. Die Deckelzelle weicht in ihrem Bau vom Polypodiaceentypus ab. Sie ist nämlich stets in zwei ungleiche Tochterzellen getheilt, wovon die grössere sichelförmig, die kleinere eliptisch ist; bei der Reife springt die kleinere stets ab, mitunter aber auch die grössere, welche ich gelegentlich durch eine Querwand nochmals getheilt sah.

Ein weiteres Charakteristikum der Cyatheaceen ist die ihnen eigene Bildung von borstenförmigen mehrzelligen Haaren. Sie finden sich in der Mehrzahl an der Vorderseite des Zellpolsters, da wo die Neuanlagen der Archegonien stehen, aber auch auf der Oberseite des Prothalliums treten sie auf, ferner am Rande, wie ich bei Balantium antarcticum beobachtete. Schon Wigand (25) hat diese Haare beobachtet, Bauke schreibt, dass er sie bei allen untersuchten Cyatheaceen fand, dagegen nie bei Polypodiaceen, deren er eine grosse Anzahl untersuchte. Auch meine Beobachtungen stimmen mit den Angaben genannter Autoren überein; doch möchte ich bemerken, dass die Haarbildungen erst in einem Stadium auftreten, in welchem das Prothallium schon beiderlei Geschlechtsorgane besitzt.

Ich muss hier auf eine Angabe von Günther Beck (46) aufmerksam machen, welcher behauptet, dass die Prothallien von Scolopendrium vulgare Sym. ebenso wie diejenigen der Cyatheaceen mit Borstenhaaren und mit fadenförmigen drüsentragenden Trichomen versehen seien. Eine Nachuntersuchung, welche diese Angaben bestätigt, ist bisher meines Wissens nicht gemacht worden. Meine eigenen Bestrebungen zur Klarstellung dieser auffälligen Behauptung scheiterten an der Keimungsunfähigkeit der Sporen. Ich muss mir desshalb über diesen Punkt ein definitives Urtheil für später vorbehalten, und möchte nur noch darauf hinweisen, dass ein abweichendes Verhalten von Scolopendrium gegenüber den zahlreichen bisher untersuchten Polypodiaceenvorkeimen nicht gerade wahrscheinlich ist.

Campbell (45 pag. 373) schreibt über das Prothallium der Cyatheaceen unter Anderem: „The prothallium is exactly like that of the Polypodiaceae, so far as it has been studied, except that in some species of Alsophila there are curious bristle-like hairs upon the upper surface.“ Die vorliegenden Angaben erweisen zur Genüge die Nothwendigkeit, dass die Beschreibung Campbell's einer Richtigstellung bedarf.

. Was nun die Dicksonieen betrifft, so stimmen dieselben in der Form des Prothalliums und im Bau des Antheridiums mit den Cyatheaceen überein. Jedoch haben sie eine andere ganz eigenthümliche Haarbildung, welche man als einen Uebergang zu den Polypodieen betrachten kann. Sie sind nämlich auf der Ober- und Unterseite, sowie am Rande dicht mit Drüsenhaaren besetzt, welche wiederum auf einer Trägerzelle stehen; später wächst letztere mitunter weiter aus und verzweigt sich, so dass eine Zellreihe aus ihr hervorgeht. Im Uebrigen sind die Dicksonieen auch von den Systematikern in die Nähe der Cyatheaceen gestellt worden.

Gleicheniaceae.

Die einzigen näheren Angaben über die geschlechtliche Generation dieser Familie verdanken wir Rauwenhoff (48). Darnach ist die Erziehung junger Pflänzchen aus Sporen mit vielfachen Schwierigkeiten verknüpft. Theils ist hieran die Keimungsunfähigkeit der Sporen einer Anzahl Species schuld, theils der Umstand, dass die jungen Prothallien nur unter den günstigsten Bedingungen bei Fernhaltung jeglicher Fremdkörper — Pilze und Algen — weiterwachsen. Dies ist aber nur schwer durchführbar, denn die Gleicheniaceen-Vorkeime bedürfen zu ihrer Entwickelung eines Zeitraumes von mehreren Jahren.

Nach dem genannten Autor wächst das junge Prothallium mittelst einer Scheitelzelle und nimmt Herzform an. Unterhalb der Einbuchtung entsteht ein Gewebepolster, das nach und nach eine beträchtliche Grösse annimmt. Im weiteren Wachsthum entstehen an den beiden Seitenlappen grosse Ausbuchtungen, so dass das Prothallium stark gelappt erscheint. Die Rhizoiden stehen an der Unterseite des

Vorkeimes und sind von brauner Farbe; Haarbildungen irgend einer Art fehlen.

Die Antheridien, welche an allen Theilen des Prothalliums und theilweise auch auf der Oberfläche vorkommen, entstehen auf folgende Weise. Die Mutterzelle des Antheridiums, welche sich stets auf der Oberfläche des Prothalliums befindet, theilt sich durch eine zur Oberfläche parallele Wand in zwei Zellen, von denen die untere die Stielzelle bildet, während die andere sich wölbt und bald darauf theilt in eine innere mehr oder weniger trichterförmige und eine äussere ringförmige. Bald darnach wird die trichterförmige Zelle getheilt durch eine Wand parallel zur Basis des Antheridiums in eine äussere kuppelförmige und eine innere trichterartige. Diese letztere ist die Centralzelle, in welcher sich die Mutterzellen der Spermatozoiden befinden. Die Deckelzelle, welche mitunter durch eine Längswand in zwei Hälften getheilt ist, wird bei der Reife abgeworfen.

Der geschilderte Vorgang ist sehr ähnlich der Bildung des Antheridiums der Hymenophyllaceen.

Die Archegonien stimmen in Bau und Stellung am Prothallium mit denen der übrigen Farne überein.

Polypodiaceae.

Die zahlreichste und weitaus verbreitetste Familie hat auch in der Litteratur die grösste Berücksichtigung gefunden. Eine stattliche Reihe von Arbeiten beschäftigt sich mit der Keimungsgeschichte, mit der Entwickelung der Antheridien und Archegonien, mit der Befruchtung, sowie auch mit der vergleichenden Berücksichtigung der Keimungsgeschichte anderer Familien. Hier sind zu nennen die Namen Naegeli (33), Suminski (34), Mercklin (35), Wigand (25, 36), Hofmeister (1, 37), Kny (38, 15), Strasburger (14), Pedersen (12), de Bary (8), Bauke (10, 39) und Stübner (13).

Aus den Ausführungen genannter Autoren konnte eine wesentliche Verschiedenheit in der Entwickelung des Vorkeimes nicht abgeleitet werden. Diese Ansicht musste aber weichen, als Goebel (2) im Jahre 1877 die Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von Gymnogramme leptophylla beschrieb, welche sich auszeichnet durch vom „normalen“ Typus abweichende Gestaltung der Vorkeimfläche, die Erzeugung von Brutknöllchen und das Entstehen der Archegonien auf einem eigenen „Fruchtspross“.

Die von Bauke (39 pag. 7) ausgesprochene Meinung, dass „die bei dieser Species sich vorfindenden Eigenthümlichkeiten auf eine ausserordentliche individuelle Variation zurückzuführen seien und eine merkwürdige Anpassung an ihren Standort bekunden“ wurde hinfällig, als man noch mehr Species kennen lernte, die sich derart verhielten.

Die Vittarieenprothallien, über welche Goebel (3) 1888 berichtet, wachsen ohne Scheitelzelle, verzweigen sich vielfach und besitzen Brutknöspchen. Die Archegonien entstehen gruppenweise überall da, wo Meristem vorhanden ist.

Des Weiteren wurden unsere Kenntnisse über die Geschlechtsgeneration der Polypodiaceen vermehrt durch eine dritte Arbeit Goebel’s (4) über Anogramme chaerophylla, eine Species, welche ebenfalls Brutknöllchen besitzt, bestimmt, die Prothallien auf vegetativem Wege fortzupflanzen.

Ich habe über 90 Polypodiaceenvorkeime untersucht; zu meinem Bedauern ist hier nur ein kleiner Bruchtheil tropischer Formen inbegriffen, aus dem einfachen Grunde, weil sowohl die Beschaffung geeigneten Sporenmaterials schwierig, als auch die Keimfähigkeit bei manchen Species verloren gegangen ist.

Es scheint, dass innerhalb dieser so sehr umfangreichen Familie die Entwickelung bestimmter Reihen stattgefunden hat, welche sich theils den Untergruppen der ungeschlechtlichen Generation anschliessen, theils innerhalb derselben Verschiedenheiten ergeben, wobei Uebergänge von der einen zur anderen Art aber erst theilweise aufgefunden worden sind.

Ein sich gleichbleibendes Merkmal besitzen alle Polypodiaceen gemeinsam, nämlich das Antheridium, welches nach Typus B mit aufreissender Deckelzelle gebaut ist. Ausser anderen hat sich zuletzt Strasburger (14) und Kny (40) mit der Entstehung derselben eingehend befasst. Der Bau desselben zeichnet sich durch grösste Einfachheit aus. Auf einer ungetheilten Stielzelle sitzen ein, zwei, selten drei Ringzellen, welche durch eine runde Deckelzelle geschlossen werden. Innerhalb der Ringzellen vollziehen sich die Theilungen der Specialmutterzellen der Spermatozoiden. Bei der Reife reisst infolge der Turgescenz der Ringzellen die stets ungetheilte Deckelzelle unregelmässig auf und die Spermatozoiden entleeren sich.

In die erste der aufzustellenden Reihen gehören:

Davallieae
Pterideae
Blechneae
Asplenieae

Aspidieae
Polypodieae
Acrosticheae.

An ihren Prothallien tritt mehr oder minder deutlich eine Scheitelzelle auf, deren Thätigkeit nach einer gewissen Zeit wieder erlischt. Alle haben Herzform, die Archegonien stehen auf dem Gewebepolster, welches den Vorkeim in der Richtung vom Scheitel zur Basis durchzieht, und zwar finden sich die jüngsten Archegonien der Herzbucht am nächsten. Die meisten Prothallien sind mit Haargebilden besetzt; am verbreitetsten sind die Papillen, welche sowohl am Rande wie auf der Ober- und Unterseite stehen; auch kommen gelegentlich Drüsenhaare vor, welche am Rande von Niphobolus carnosus gefunden wurden; stachelförmige Haare finden sich am Rande von Polypodium obliquatum [vergleiche Goebel (3 pag. 76)].

Den Uebergang zur nächsten Reihe stellt Ceratopteris dar. Nach Kny (15) wächst sein Vorkeim, der keine Haargebilde besitzt, spatelförmig mit einer Scheitelzelle, später nur durch Theilung der Marginalzellen. Meristem ist seitlich; durch erhöhtes Wachsthum eines Theiles dieser Zellen entsteht ein zweiter Lappen, wodurch das Prothallium herzförmig wird.

Die zweite und dritte Reihe umfasst die Grammitideen; hier sind weder Trichomgebilde noch Scheitelzellen vorhanden; die Vergrösserung der Vorkeimfläche erfolgt nur durch Marginalwachsthum, das Meristem liegt stets seitlich.

In die zweite Reihe gehört Gymnogramme. Untersuchungsresultate liegen vor von Gymnogramme chrysophylla (Kaulf.), Gymn. pulchella (Lindl.), Gymn. tartarea (Desv.), Gymnogr. peruviana und Gymn. decomposita. Bei diesen Species entsteht zuerst ein spatelförmiger Vorkeim, an dem seitlichen Meristem tritt auch ein Parenchympolster auf. Dadurch dass die hinter dem Parenchympolster gelegenen Randzellen ein gesteigertes Wachsthum beginnen, entsteht ein zweiter Lappen, der Vegetationspunkt wird gegen die Mitte gerückt und schliesslich hat das Prothallium normale Herzform erlangt.

Die Bauke'schen (41) Zeichnungen über Gymnogramme decomposita liessen Zweifel entstehen, ob bei dieser Species überhaupt ein zweiter Lappen auftrete; durch meine Untersuchungen wurde diese Frage in bejahendem Sinne beantwortet; die Form des „normalen“ Polypodiaceenvorkeimes wird durch das später auftretende Wachsthum erreicht. Ein seitliches Meristem findet sich auch bei Taenitis blechnoides.

Die dritte Reihe schliesst die von Link von der Gattung Gymnogramme abgetrennte Gattung Anogramme ein, wohin Anogramme chaerophylla und Anogramme leptophylla gehören.

Der Uebergang von Reihe II zu Reihe III wird vermittelt durch Gymnogramme chaerophylla. Seitlich vom spatelförmigen Vorkeime sitzt das Meristem, später bildet sich dort ein Parenchympolster aus. Die Entstehung des zweiten Prothalliumlappens aber unterbleibt. Der hinter dem Meristem schief gegen die Basis zu gerichtete „Fruchtspross“ trägt zuerst Antheridien, später entstehen dort Archegonien. Er füllt sich mit Reservenahrung und dringt tiefer in den Boden ein. Dort nimmt er die Gestalt eines eiförmigen Knöllchens an, des Brutknöllchens, an dem später wieder Prothallien auf vegetativem Wege entstehen. Bei Anogramme leptophylla tritt diese Erscheinung erst sehr spät auf.

Als IV. Reihe schliessen sich die Vittarieen an, zu denen nach Goebel (42 pag. 73) die Gattungen Vittaria, Antrophyum, Anetium, Monogramme, Hecistopteris und ein Theil von Taenitis gehört.

Bezüglich der Einbeziehung von Taenitis muss die Frage noch offen bleiben, bis die Prothalliumentwickelung untersucht ist. Die von mir ausgesäten Sporen sind nicht gekeimt. Die Vorkeime haben seitliches Meristem und stellen einschichtige Zellflächen dar, die reichlich verzweigt sind und zahlreiche Brutknospen bilden. Archegonien entstehen bei ihnen in Gruppen auf meristematischen Randparthien des Prothalliums, was an die Hymenophyllaceen erinnert.

Schizaeaceae.

Aus dieser Familie wurde von Burck (44) untersucht und beschrieben die Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von Aneimia Phyllitidis, A. fraxinifolia und A. longifolia. Den Ausführungen desselben trat bald darauf Bauke (43) entgegen, der sich mit dem fraglichen Gegenstande eingehender beschäftigte, da sich nach seiner Angabe herausstellte, dass die Darstellung Burck's in manchen Punkten der Richtigstellung bedürfe. Bauke untersuchte Aneimia Phyllitidis Sw., ferner A. collina Raddi und A. cheilanthoides Sw. und Mohria Caffrorum Desv. An anderer Stelle (39 pag. 7) berichtet er über seine Beobachtungen an Lygodium japonicum.

Meine eigenen Untersuchungen erstrecken sich auf Aneimia Dregeana, Aneimia Phyllitidis, A. fraxinifolia und Mohria Caffrorum Desv.; ferner Lygodium japonicum. Sporen der Gattung Schizaea sind mir leider nicht gekeimt, so dass ich mich auf die Charakterisirung der Gattungen Aneimia, Mohria und Lygodium beschränken muss.

Bezüglich der Keimung und Entwickelung des Prothalliums von Lygodium japonicum finden sich vorzügliche Zeichnungen auf Tafel II Fig. 17—37 des Bot. Nachlasses von Bauke (41), welchen Sachs nach dessen im Jahre 1879 erfolgten Tode veröffentlicht hat. Ein Blick auf diese Zeichnungen lässt erkennen, dass bei der Entwickelung des Vorkeimes sehr bald eine keilförmige Scheitelzelle apikal auftritt, welche abweichend von dem Verhalten anderer Prothallien ihre Thätigkeit noch beibehält, wenn schon weibliche Geschlechtsorgane gebildet sind; der Vorkeim geht bald in die Herzform über.

Bauke beobachtete bei seinen Culturen eine ausgeprägte Diöcie. „Unter ganz normalen Verhältnissen sich frei entwickelnd, zeigten sie mmer allein Archegonien, nur wuchernde alte Prothallien trugen zahlreiche Antheridien.“

Ich habe in dieser Beziehung andere Beobachtungen gemacht. Vorausschicken will ich, dass bezüglich der Echtheit meiner Sporen kein Zweifel besteht; nachdem ich die Sporen nicht selbst gesammelt hatte, habe ich zur Controlle von den Prothallien Keimpflanzen erzogen, welche alle den typischen Habitus des Lygodium japonicum besassen. Alle meine normalen Culturen hatten Archegonien und Antheridien zu gleicher Zeit und zwar traten die Archegonien zuerst auf; erst später folgten die Antheridien.

Wir haben hier den bei Prothallien gewiss seltenen Fall der Protogynie; die Antheridienbildung wurde im weiteren Wachsthum nicht unterbrochen, stets sah ich jung entstandene Antheridien in der den Scheitel umgebenden Region zu beiden Seiten des Zellpolsters; sogar solche Prothallien, auf denen schon Befruchtung eingetreten war, besassen noch junge Antheridien; leider gelang es mir nicht, mit Gewissheit festzustellen, ob die letzte Bildung des Antheridiums vor oder erst nach der Befruchtung stattgefunden hat.

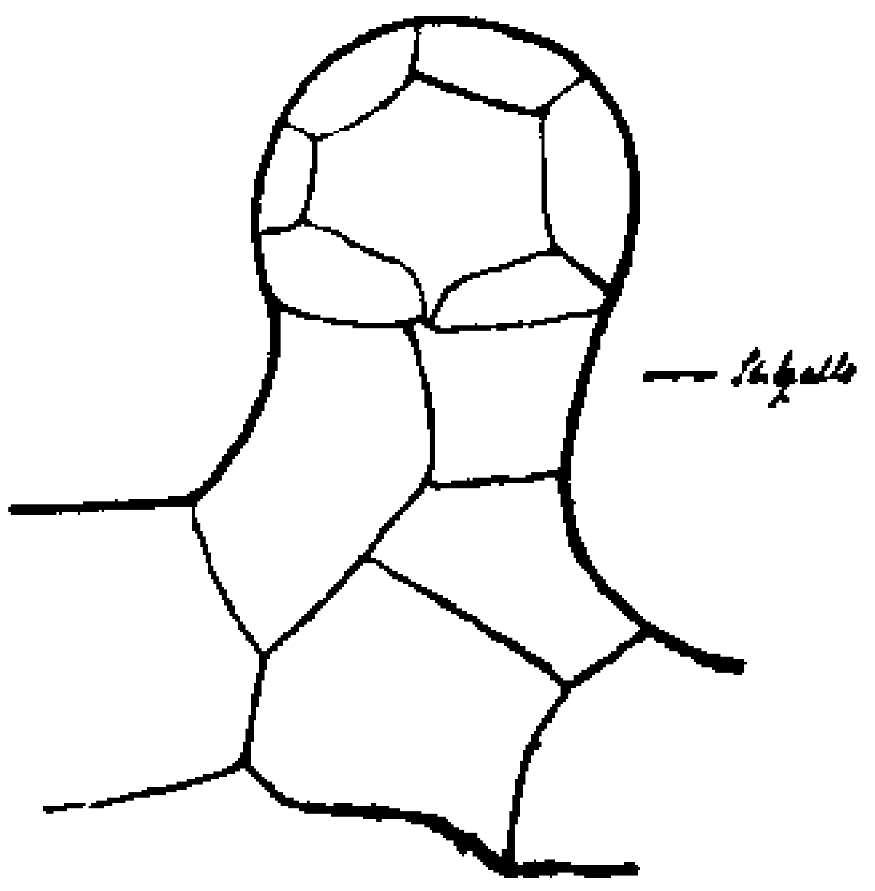


Fig. 16. Lygodium japonicum. Anormales Antheridium. Optischer Durchschnitt.

Die Antheridien sind nach dem für die Cyatheaceen charakteristischen Typus gebaut; bei der Reife springt die Deckelzelle ab; mitunter kommen anormal gebaute Stielzellen vor (Fig. 16). Die Archegonien sind von normaler Beschaffenheit. Die Rhizoiden sind anfangs weiss, mit zunehmendem Alter färben sie sich braun und sind negativ heliotropisch.

Als eine besondere Eigenthümlichkeit sind noch die kollenchymatisch verdickten Zellwände am Prothallium zu bemerken. Man findet sie in allen Zellen des kräftig erwachsenen Vorkeimes; die Verdickung ist besonders deutlich erkennbar, wenn nach der Behandlung mit Eau de Javelle mit Congoroth gefärbt wird.

Bei der Gattung Aneimia wächst der aus der tetraëdrischen Spore hervortretende Keimfaden in Kurzem zu einer breitspateligen Zellfläche aus. Wenn auch hierbei mitunter eine keilförmige Zelle auftritt, so kann doch von einem Wachsthum mittelst Scheitelzelle, wie es Bauke beschreibt, hier nicht die Rede sein, denn nicht jede dreiseitige Zelle, die sich nochmals theilt, verdient den Namen Scheitelzelle!

Das Meristem liegt auf der Seite und breitet sich im weiteren Wachsthumsverlauf von der ursprünglichen Längsachse des Keimfadens in einer schiefen Richtung nach vorne zu aus. Später nimmt das Prothallium eine unregelmässig herzförmige Gestalt an; die Herzbucht liegt dann in der Scheitelregion; bald darauf folgt bei vielen die Entstehung eines weiteren Lappens, der seinen Platz zwischen den beiden Lappen nimmt.

Die Antheridien treten am Meristem seitlich auf, und sind nach dem normalen Polypodiaceentypus gebaut. Ihre Deckelzelle reisst sternförmig auf.

Die Archegonien sind normal und stehen hinter der Scheitelkante des Meristems; sie bilden sich immer wieder neu, auch wenn das Prothallium schon herzförmig geworden ist. Auffallend aber ist die Thatsache, dass der Archegonienhals nach vorwärts gegen die Herzbucht zu gekrümmt ist, eine Erscheinung, welche ich sonst nirgends wieder finden konnte.

Die kleinen nierenförmigen Papillen stehen am Rande und auf der Ober- und Unterseite; sie sind in der Richtung nach der Scheitelkante des Meristems zu gekrümmt und enthalten Gerbsäure; ich konnte dieselbe auch an ganz jungen Stadien mittels Ferrosulfat und Kaliumbichromat nachweisen.

Die Seitenwände der Zellen sind in ihrem ganzen Verlaufe mit Unterbrechungen knotig verdickt, auch Bauke macht diesbezügliche Angaben, während ihm die ganz ähnliche Erscheinung an Lygodium entgangen ist. Das Auftreten von Adventivprothallien am Gewebepolster der älteren Prothallien ist hier Regel.

Die Gattung Mohria schliesst sich in ihrem Verhalten der Gattung Aneimia enge an. Die Keimung verläuft wie dort, auch eine keilförmige Zelle tritt mitunter auf. Bezüglich des Antheridiums ist Bauke (43 pag. 40) im Irrthum, da er schreibt, dass die Deckelzelle bei der Reife abgeworfen werde. Ich sah stets, dass sie sternförmig aufreisst; übrigens hat sich Bauke selbst schon theilweise corrigirt in einer Randbemerkung seiner später erschienenen Arbeit über Lygodium (39 pag. 9).

Aus bis jetzt unbekannten Gründen trat bei den Culturen der Mohria nach Entwickelung einiger Antheridien eine auffallende Wachsthumshemmung auf, welche nach mehreren Monaten zum gänzlichen Untergang der Culturen führte.

An die Beobachtungen, welche sich allerdings nur auf Lygodium, Aneimia und Mohria erstrecken, lassen sich für heute folgende Schlussfolgerungen knüpfen.

Vergleicht man die angeführten Schizaeaceen-Gattungen untereinander, so ergibt sich die Nothwendigkeit, innerhalb der Gruppe der Schizaeaceen die Lygodien von Aneimia und Mohria zu trennen. Gemeinsam haben beide Unterabtheilungen die knotige Verdickung an den Seitenwänden der Zellen, ferner die tetraëdrische Gestalt der Sporen und das regelmässige Auftreten der Adventivprothallien.

Ihre weiteren Merkmale sind:

a) Lygodien. Stets Wachsthum mit Scheitelzelle, Herzform, Antheridien nach dem Cyatheaceentypus, keinerlei Haarbildungen.

b) Aneimia, Mohria. Keine Scheitelzelle, Marginalzellenwachsthum, Meristem seitlich, Form des Prothalliums zuerst nierenförmig, später Uebergang zur Herzform; Antheridien nach Polypodiaceentypus, charakteristische nierenförmige Haare auf Ober- und Unterseite, sowie am Rande, welche Gerbsäure enthalten. Die Archegonien sind in ihrem Halstheil gegen die Herzbucht zu gekrümmt.

Nun haben sich in der That für die Eintheilung der Prothallien bestimmte Reihen ergeben. So erkennen wir ein Hymenophyllaceenprothallium am eigenartigen Bau seines Antheridiums und seiner band- oder fadenförmigen Gestalt, sein Wachsthum erfolgt ohne Scheitelzelle.

Bei den Osmundaceen stehen die Archegonien zu beiden Seiten der Mittelrippe, Haargebilde sind nicht vorhanden, die Antheridien sind ohne Ringzellen gebaut und ältere Stadien weisen eine eigenartige Verzweigung auf.

Die Cyatheaceen haben ein charakteristisches Merkmal an den mehrzelligen Haaren und dem mit getheilter Deckelzelle versehenen Antheridium, die Dicksonieen schliessen sich hieran an durch gleichen Antheridienbau und eigenartige Haarbildungen.

Die Gleicheniaceenprothallien wachsen mit Scheitelzelle, werden herzförmig, später gelappt und entbehren der Haargebilde. Die bisher genannten Familien stimmen darin überein, dass ihr Antheridium nach Typus A mit abspringender Deckelzelle versehen ist, bei den nun Folgenden reisst die Deckelzelle sternförmig auf.

Die Polypodiaceen liessen infolge ihres grossen Umfangs und der Verschiedenheit der Arten eine Theilung in vier Reihen zu. Hiebei kam in Betracht die Ausbildung der normalen Herzform (erste Reihe) oder die Anlage eines seitlichen Meristems mit späterem Uebergang zur Herzform (zweite Reihe) ferner die Ausbildung von Brutknöllchen und „Fruchtspross“, während das Prothallium spatelförmig bleibt (dritte Reihe), und endlich charakterisirt sich die vierte Reihe durch die reichliche Verzweigung der Prothalliumfläche, die Brutknospenbildung und die sonderbare Stellung der Archegonien.

Bei den Schizaeaceen ergeben sich zwei Reihen, deren Glieder in ihrem Verhalten scharf von einander getrennt sind.

Die Aneimiaceen, zu denen auch Mohria zu zählen ist, wachsen ohne Scheitelzelle, werden unregelmässig herzförmig, das Meristem liegt seitlich, die nierenförmigen Haare finden sich auf allen Theilen des Prothalliums. Die Lygodieen dagegen haben normale Herzform mit lange fortwachsender Scheitelzelle, sind ohne Haargebilde und haben Antheridien, die nach Typus A gebaut sind.

Beiden Reihen gemeinsam ist die Eigenschaft, dass ihre Zellmembranen, an den Seiten, wo sie aneinanderstossen, knotig verdickt sind.

Bei der Recapitulation des Ganzen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

I. Das Prothallium der Doodya caudata besitzt zuerst nur normale Geschlechtsorgane; in vielen Fällen erfolgt Befruchtung und eine sexuell entstandene Pflanze ist das Produkt derselben; ist es jedoch zu einer Befruchtung nicht gekommen, dann beginnen die Geschlechtsorgane anormal zu werden, und es entstehen am Prothallium Höcker, aus denen in späterer Zeit dann apogame Pflanzen entspringen. Der Vorgang der Entstehung derselben stimmt in den Hauptpunkten mit dem bei anderen apogamen Farnpflanzen schon des öfteren beschriebenen überein.

II. Die Regeneration der Farne erfolgt in der Weise, dass bei Verletzungen in der Nähe der Scheitelregion Neubildungen entstehen, während an älteren Theilen nur Adventivprothallien auftreten.

III. Durch verminderte Beleuchtung sind wir im Stande, die geschlechtliche Fortpflanzung der Farne zu unterdrücken.[1])

---

[1]) Zu demselben Resultate kam neuerdings, wie hier nachträglich bemerkt sein soll, auch Klebs (Vgl. dessen Schrift „Ueber einige Probleme der Physiologie der Fortpflanzung“ [Jena 1895] pag. 13).

IV. Wenn auch meine Untersuchungen nicht für alle Farnfamilien wesentliche Unterschiede an den Prothallien aufzudecken vermochten, so glaube ich die von Goebel aufgestellte Ansicht bestätigt zu haben, dass in der That die Berücksichtigung der Form und Entwickelungsweise der Prothallien auch für die Systematik von Bedeutung ist.

Vielleicht wird es späteren Beobachtern bei veränderter Fragestellung und anderen Untersuchungsmethoden möglich sein, auch dort systematisch verwerthbare Unterscheidungsmerkmale aufzudecken, wo mein Material und meine Untersuchungsresultate für diesen Zweck nicht ausreichend sind.

Die der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegenden Untersuchungen wurden auf Anregung und mit Unterstützung des Herrn Professor Goebel im k. pflanzenphysiologischen Institut zu München ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Goebel für das lebhafte Interesse und die nützlichen Rathschläge meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Litteraturverzeichniss.

Die vorgestellten Zahlen beziehen sich auf die entsprechenden Zahlen im Texte.

8. **De Bary**, Ueber apogame Farne und die Erscheinungen der Apogamie im Allgemeinen. Bot. Ztg. 1878.
10. **Bauke**, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums bei den Cyatheaceen u. s. w. Pringsheim's Jahrb. Bd. X.
39. — Zur Kenntniss der sexuellen Generation bei den Gattungen Platycerium, Lygodium und Gymnogramme. Bot. Ztg. 1878.
41. — Aus dem botanischen Nachlasse. Beilage zur bot. Ztg. 1880.
43. — Beiträge zur Keimungsgeschichte der Schizaeaceen. Pringsheim's Jahrb. Bd. XI.
31. **Bower**, On the normal and abnormal development of the oophyte in Trichomanes. Annals of Botany Vol. I.
24. **Buchtien**, Entwickelungsgesch. des Prothalliums von Equisetum. Dissertation. Rostock 1887.
44. **Burck**, Sur le développement du prothalle des Aneimia, comparé à celui des autres fougères. Archives Néerlandaises, Tome X.
46. **Beck, Günther**, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von Scolopendrium. Verhandlungen der zoolog. botan. Gesellschaft in Wien 1879.
45. **Campbell**, The structure and development of the Mosses and Ferns. London 1895.
27. — On the Prothallium and Embryo of Osmunda claytoniana L. and Osm. cinnamomea L. Annals of Botany Vol. VI Nr. XXI.
6. **Farlow**, Ueber ungeschlechtliche Erzeugung von Keimpflänzchen an Farn-Prothallien. Bot. Ztg. 1874 p. 180.

32. Giesenhagen, Die Hymenophyllaceen. Flora 1890 pag. 421.

2. Goebel, Entwickelungsgeschichte des Prothalliums von Gymnogramme leptophylla. Bot. Ztg. 1877.

3. — Zur Keimungsgeschichte einiger Farne. Annales du jardin Botanique de Buitenzorg Vol. VII.

4. — Ueber die Jugendzustände der Pflanzen. Flora 1889.

30. — Archegoniatenstudien. Flora 1892, Ergänzungsband.

42. — Archegoniatenstudien. Flora 1896.

1. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen der höheren Kryptogamen. Leipzig 1851.

37. — Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen II. Abhandl. d. sächs. Akad. d. Wissensch. 1857.

29. Janczewski et Rostafinski, Note sur le prothalle de l'Hymenophyllum Tunbridgense. Mem. de la soc. nat. de Cherbourg 1875.

11. Jonkmann, Ueber die Entwickelungsgeschichte des Prothalliums der Marattiaceen (Separatabdruck).

22. Klebs, Ueber die Vermehrung von Hydrodictyon utriculatum. Flora 1890.

15. Kny, Die Entwickelung der Parkeriaceen, dargestellt an Ceratopteris thalictroides. Sonderabdruck, Dresden 1875.

38. — Entwickelungsgeschichte des Vorkeims der Polypodiaceen und Schizaeaceen. Bot. Ztg. 1869.

40. — Ueber den Bau und die Entwickelung des Farnantheridiums. Sonderabdruck aus dem Monatsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Mai 1869, Berlin.

26. Luerssen, Zur Keimungsgeschichte der Osmundaceen. Schenk & Luerssen, Mittheilungen aus der Botanik Bd. I.

47. Leitgeb, Die Sprossbildung an apogamen Farnprothallien. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1885, Bd. III, Heft V.

35. Mercklin, Beobachtungen am Prothallium der Farnkräuter. St. Petersburg 1850.

28. Mettenius, Ueber die Hymenophyllaceen. Abh. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. VII, 1864.

33. Naegeli, Zur Entwickelungsgesch. d. Farnkräuter. In Schleiden & Naegeli, Zeitschr. f. wisssenschaftl. Bot., Zürich 1844.

23. Prantl, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Bilateralität der Farnprothallien. Bot. Ztg. 1879.

9. — Beobachtungen über die Ernährung der Farnprothallien und die Vertheilung der Sexualorgane. Separatabdruck aus Flora 1878.

12. Pedersen, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Vorkeimes der Polypodiaceen. Schenk & Luerssen, Mittheilungen aus d. Bot. Bd. II.

48. Rauwenhoff, La Génération sexuée des Gleichéniacées. Extrait des Archives Néerlandaises, T. XXIV, p. 157—231.

17. Sachs, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

20. — Wirkung farbigen Lichtes auf Pflanzen. Bot. Ztg. 1864.

21. — Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung. Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg Bd. III.

19. Schostakowitsch, Ueber die Reproduction und Regenerationserscheinungen bei den Lebermoosen. Flora 1894, Ergänzungsband.

5. Stange, Berichte über die Sitzungen der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, I. Heft, 25. März 1886.

14. Strasburger, Die Befruchtung bei den Farnkräutern. Pringsheim's Jahrb. Bd. VII.

13. Stübner, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Vorkeims der Polypodiaceen. Programm Döbeln 1882.

34. Suminski, Zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter. Berlin 1848.

18. Vöchting, Ueber die Regeneration der Marchantieen. Pringsheim's Jahrb. Bd. XVI.

16. Wigand, Zur Entwickelungsgeschichte der Farnkräuter. Bot. Ztg. 1849 pag. 105.

25. — Botan. Untersuchungen II, Weitere Beobachtungen über die Keimungsgesch. d. Farne. Braunschweig 1854.

26. — Zur Entstehungsgeschichte der Farnkräuter. Bot. Ztg. 1849 pag. 17 ff.

Erläuterung der Figuren.

Die Figuren sind mit Ausnahme von Nr. 11 mittels des Zeichenapparates von Abbé in den beigesetzten Vergrösserungen gezeichnet.

Fig. 1—13. Doodya caudata.

Fig. 1. Die verschiedenen Formen des Antheridiums a—e, optischer Durchschnitt; f ein Antheridium von oben gesehen, a Ringzelle, b Deckelzelle. 170/1.

„ 2. *Anormales Antheridium*, in das *Zellgewebe* des *Prothalliums vollkommen* eingeschlossen. 330/1.

„ 3. Allmähliche Umbildung der Antheridien zu Höckern in fortlaufenden *Stadien* a—d. 350—1.

„ 4. Ein fertig gebildeter Höcker. 350/1.

„ 5. Archegonienhöcker. 110/1.

„ 6. a Höcker, welche durch Auswachsen eines Zellcomplexes aus der Prothalliumoberfläche entstanden sind; B C fortgeschrittenere Stadien. 110/1.

„ 7. Höcker, in dessen Innerem lebhafte Zelltheilung stattfindet; in diesem Stadium ist nicht mehr zu erkennen, ob er durch Umbildung eines Antheridiums oder auf die in Fig. 6 dargestellte Weise entstanden ist. 400/1.

„ 8. Längsschnitt durch einen Höcker; die Scheitelzelle ist getroffen. 330/1.

„ 9. Scheitelzelle schief von oben gesehen; bereits stehen um dieselbe eine Anzahl mehrzelliger Schuppenhaare. 330/1.

„ 10. Schnitt durch Blatt und Stammhöcker; beim einen ist die Scheitelzelle getroffen. 350/1.

„ 11. Habitusbild. Die Höcker sind an der nach aufwärts gebogenen Mittelrippe entstanden. Bereits sind eine Anzahl junger, apogam entstandener Pflanzen emporgesprosst. 5/1.

„ 12. Habitusbild eines Prothalliums, woran die Vertheilung der Höcker zu erkennen ist. 15/1.

„ 13. Antheridium von Trichomanes rigidum; b um 180° gedreht, c von oben gesehen. 330/1.

„ 14. Wahrscheinliche Zellfolge bei der Entstehung des Antheridium von Trichomanes.

„ 15. Antheridum von Osmunda regalis. 480/1. a von rückwärts, b von vorne, c von oben, d = b um 90° gedreht, D Deckelzelle, e optischer Durchschnitt.

„ 16. Lygodium japonicum, Antheridium mit anormaler Stielzelle. 350/1.

Litteratur.

Die Nothwendigkeit des naturhistorischen Unterrichts im medicinischen Studium von J. Wiesner. Wien 1896. Verlag von J. Hölder.

In Oesterreich ist eine Reform der medicinischen Studien- und Prüfungsordnung geplant. Eine aus Medicinern zusammengesetzte „Enquête“ ist dabei zu dem Vorschlag gelangt, Zoologie, Botanik und Mineralogie aus dem Studienplan des Mediciners zu streichen und die allgemeine Chemie dadurch eine von einem Professor der medicinischen Facultät zu lesende medicinische Chemie zu ersetzen. Die Ungereimtheit des letzteren Vorschlages leuchtet ohne Weiteres ein, an seine Ausführung ist jedenfalls nicht zu denken. Die Beseitigung von Botanik und Zoologie aber ist auch schon von anderer Seite befürwortet worden, so von keinem Geringeren als Huxley[1]), dem man eine Geringschätzung der biologischen Disciplinen gewiss nicht nachsagen kann. „We are told that the medical man ought to be a person of good education and general information, if his profession is to hold its own among other professions; that he ought to know botany, or else, if he goes abroad, he will not be able to tell poisonous fruit from edible ones; that he ought to know drugs, as a druggist knows them, or he will not be able to tell sham bark and senna from the real articles; that he ought to know Zoology, because — well, J really have never been able to learn exactly why he is to be expected to know zoology.“ Er erklärt ferner kategorisch, dass, wenn er zu wählen hätte zwischen zwei Doctoren, von denen der erste nicht wisse, ob ein Walfisch ein Fisch sei oder nicht und Enzian nicht von Ingwer unterscheiden könne, aber in der praktischen Medicin gut bewandert sei, der zweite aber wie Talleyrand's Doctor „knew everything, even a little physic“ er sicher den ersteren consultiren würde. Scheinbar nicht ganz damit übereinstimmend äussert sich Huxley in einem späteren Vortrag (ibid. p. 373), wo er als eine sehr wichtige Frage die hinstellt: Wie kann die medicinische Bildung derart eingerichtet werden, dass sie den Studenten -- ohne ihn in die für ihn nutzlosen Einzelheiten des Systematikers zu verwickeln — befähigt, die grossen Wahrheiten des Thier- und Pflanzenlebens mit festem Griff zu erfassen, ohne die er, ungeachtet aller Fortschritte der wissenschaftlichen Medicin stets ein Empiriker bleiben wird? Der scheinbare Widerspruch in Huxley's Aeusserungen klärt sich dadurch auf, dass er die naturhistorische Schulung von der medicinischen Bildung zwar ausschliessen, aber sie auf eine frühere Erziehungsstufe verlegen will, sie haben nach seiner Forderung einen Theil der allgemeinen Erziehung zu bilden. — Ich bin auf des berühmten Naturforschers Aeusserungen hier eingegangen, weil sie einerseits das von Wiesner besprochene Thema direct berühren, andererseits weil ich mich Huxley durchaus anschliesse, und es für wichtig halte, auf die Aeusserungen eines die Frage so objectiv behandelnden Naturforschers hinzuweisen.

Wiesner kommt zu der Folgerung, dass der naturgeschichtliche Unterricht für das medicinische Studium unentbehrlich sei. Für die Mineralogie wird man dies bezweifeln, so wünschenswerth auch Kenntnisse über Bodenbeschaffenheit etc. sein mögen. Aber man denke sich einen mit der „klassischen“ Gymnasialbildung

---

1) Vgl. z. B. Universities, actual and present. In „Science and education essays“ pag. 219. (Huxley collected essays Vol. III.)

versehenen Mediciner, der auf die Universität kommt. Kann er in vier Semestern Anatomie, Physiologie, Chemie, Physik, Botanik, Zoologie, Mineralogie, die wie ein Sturzbad auf ihn einströmen, bewältigen? In den meisten Fällen sicher nicht, oder doch nur auf Grund von Bücherstudien, nicht auf dem eigener Anschauung, die im Grunde allein Werth hat, und desshalb war es gewiss berechtigt, dass in Deutschland die Mineralogie aus den Prüfungsfächern ausschied. Sollen Zoologie und Botanik folgen? Zunächst möchte ich, und darin liegt eine Abweisung von Wiesner's Argumentation, zweierlei unterscheiden. Für den gewöhnlichen praktischen Arzt könnte allerdings eine Beseitigung der naturgeschichtlichen Fächer ohne zu grossen Schaden erfolgen. Denn die Eingeweidewürmer und Bakterien kann er auch auf andere Weise kennen lernen und für ihn ist es entschieden wichtiger, dass er Chemie und Physik nicht nur durch Hören von Vorlesungen, sondern durch praktische Uebung lernt. Anders für diejenigen, denen die wissenschaftliche Weiterentwickelung der Medicin obliegt. Diese verdankt ihre wichtigsten Fortschritte bekanntlich den Resultaten biologischer Forschung, wie ja die ganze Medicin selbst nur ein Theil der Biologie ist. Dass hier ohne zoologische und botanische Schulung nicht auszukommen ist, bedarf kaum eines Beweises. Nun ist aber eine Trennung der Studirenden nach ihrem einstigen Ziele unmöglich, und desshalb wird den Medicinern auch ferner die Beschäftigung mit Zoologie und Botanik nicht erspart werden können. Wären unsere „humanistischen" höheren Schulen nicht hinter der modernen Entwickelung so weit zurückgeblieben, dass man sie meist als subfossil bezeichnen kann, würden sie ihre Absolventen auf die Universität nicht — wie dies meist der Fall ist — entlassen mit einem Vacuum an Stelle naturgeschichtlicher Kenntnisse und Interessen, so würde auf den Universitäten das botanische und zoologische Studium sehr gekürzt werden können. Vor Allem sollte eine Kenntniss der wichtigsten Pflanzen und Thierformen vorausgesetzt werden können, es würde dann in der Botanik z. B. auf der Universität für den Mediciner eine Vorlesung über die Grundzüge der allgemeinen Botanik und womöglich ein mikroskopisches Praktikum vollständig genügen. Den Reformern wäre also zu empfehlen, die Reform von unten, nicht von oben anzufangen und lieber Cicero's sämmtliche Reden sowie andere für Philologen sehr schätzenswerthe Autoren auf ihrem Altar zu opfern, als die Botanik und Zoologie.

Ein positiver Vorschlag, den Wiesner seiner Vertheidigungsschrift hinzufügt, ist die Rückkehr zu einer früher in Bayern gehandhabten Studienordnung. Er sagt: „Die zweckmässigste Lösung der Naturgeschichtsfrage im medicinischen Studium besteht in der Einführung eines an der philosophischen Facultät zu absolvirenden Vorbereitungsjahres, in welchem Zoologie, Botanik, Mineralogie, Physik und Chemie gelehrt und geprüft werden sollen. Erst nach mit Erfolg abgelegten Prüfungen aus diesen Fächern wird der Student in die medicinischen Studien aufgenommen." Damit wird man sich nur vollständig einverstanden erklären können, freilich unter Weglassung der Mineralogie. Bezüglich der Argumentation im Einzelnen muss auf die Schrift selbst verwiesen werden, die hoffentlich ihren Zweck erreichen wird.

K. Goebel.

Die Verbreitungsmittel der Pflanzen von Dr. E. Roth. Hamburg. Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. 1896.

Dass in Deutschland Schriftsteller, die einen wissenschaftlichen Gegenstand in geniessbarer Form gemeinverständlich darstellen können, so selten sind wie weisse Raben, ist eine alte Klage. Das vorliegende Schriftchen wird nicht dazu beitragen, sie verstummen zu lassen und es ist wohl nicht überflüssig, auch in einer wissenschaftlichen Zeitschrift auf einen Mangel hinzuweisen, der es mit sich bringt, dass botanische Forschungen weit weniger Antheilnahme finden, als sie verdienen würden. Bei einem so vielfach durchgearbeiteten Gegenstand, wie die Verbreitungsmittel der Pflanzen kommt es bei einer populären Darstellung lediglich auf die Form der Darstellung an. Wie dieselbe ausgefallen ist, zeige ein Beispiel. S. 9 sagt der Verf.: „Um aber der Einwirkung des Windes überhaupt eine Handhabe zu bieten (sic!), um die Möglichkeit des Bewegtwerdens vor allen Dingen zu sichern, muss die Passivität der Pflanze sich auch entgegenkommend äussern; denn es leuchtet ein, dass leichter Luftzug nicht so ohne Weiteres z. B. im Stande sein wird, eine etwa Manneskopfgrösse erreichende Kokosnuss eine Strecke weit zu befördern; es springt in die Augen, dass dieses Vorgehen (— welches ? R. —) bei einem Hundert dieser Früchte als ganz aussichtslos zu gelten hat (— bei einer hat es also wohl Aussicht? R. —); wir müssen uns also in der Natur umsehen, wodurch diese Passivität sich geltend macht, und die Verbreitungsarten studiren, auf welche der Wind einzuwirken vermag.“ Ueberflüssigere Redensarten lassen sich wohl kaum ersinnen, als die eben angeführten, die dazu noch mangelhaft stilisirt und geschmacklos sind. Uebrigens scheint der Verf. merkwürdige Beobachtungen gemacht zu haben. Er sagt S. 10: „Wer hat nicht bereits einmal (sic!) eine Mooskapsel mit dem Fuss berührt und über den hervorsprühenden braunen Regen (sic!) gestaunt, wem sind nicht bei dem Umstossen eines Pilzes die Menge Sporen aufgefallen, welche dem altersmüden Körper entsteigen ?“ Alle Achtung vor der Schärfe eines Auges, das den „braunen Regen“ aus der mit dem Fusse berührten Mooskapsel hervorsprühen sieht. Dem Ref. ist das noch nie gelungen. Dazu sind die Sporen dieser „Kinder Floras“ (um mit dem Verf. zu sprechen) denn doch zu klein und zu wenig zahlreich. — Sachlich bietet die Darstellung nichts Neues. K. G.

Die volksthümlichen Pflanzennamen in Tirol und Vorarlberg, nebst folkloristischen Bemerkungen zur Flora des Landes. Gesammelt von Prof. Dr. K. W. v. Dalla Torre. Innsbruck 1895. A. Edinger's Verlag.

Das kleine Büchlein wird jedem Botaniker, der Tirol oder die bayerischen Berge besucht, sehr willkommen sein. Es ist auch in culturhistorischer Beziehung von Interesse und bietet werthvolle Bemerkungen zur Kenntniss der Volksmedicin. Wenn es, wie Ref. demselben wünscht, bald eine zweite Auflage erlebt, wäre eine eingehendere etymologische Erörterung der Volksnamen sehr dankenswerth. Von den gegebenen Ableitungen scheinen einige dem Ref. sehr zweifelhaft, z. B. die Erklärung der Benennung „Ehebaum“ (für Epheu). K. G.

Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Eine Einführung in die Kenntniss der Pflanzenvereine von Eugen Warming. Deutsche, vom Verfasser genehmigte, durchgesehene und vermehrte Ausgabe von Dr. E. Knoblauch. Berlin, Gebr. Bornträger 1896. Preis 7 Mk.

Es ist mit Dank zu begrüssen, dass Warming's im vorigen Jahre erschienenes Buch „Plante samfund. Grundträk af den ökologiske Plantegeografi“ durch die deutsche Ausgabe einem grösseren Leserkreise zugänglich gemacht worden ist.

Die Vorzüge der Warming'schen Lehrbücher sind bekannt genug. Das vorliegende, aber ist um so willkommener, als es ein Gebiet bearbeitet, das eine zusammenfassende Darstellung bis jetzt nicht erhalten hat, nämlich die biologische oder, wie der Verf. nach dem von Häckel vorgeschlagenen Ausdruck sagt, die ökologische Pflanzengeographie.

Näher auf den reichen Inhalt des Buches hier einzugehen ist um so überflüssiger, als es wohl in jeder botanischen Bibliothek sich einbürgern wird. Möge die Hoffnung des Verfassers, dass das Buch jüngeren Forschern zur Anleitung und Anregung dienen möge, sich erfüllen, denn „reiche Nibelungenschätze liegen rings noch ungehoben". K. G.

Eingegangene Litteratur.

Arthur, J. C., Delayed germination of cocklebur and other paired seeds. Extracted from the Proceedings of the 16th Annual Meeting of the Society for the Promotion of Agricultural Science, held in Springfield, August 1895.

— — Deviation in development due to the use of unripe seeds. Reprinted from the American Naturalist, Sept. and Okt. 1895.

— — The distinction between animals and plants. Ibid., Nov. 1895.

— — An adress before the American Association for the advancement of science at the Springfield meeting, Aug. 1895.

— — and H. L. Bolley, Bacteriosis of carnations. Purdue University. Bulletin Nr. 59. Vol. VII 1896.

Baker, F. C., Preliminary outline of a new classification of the family Muricidae. Bulletin of the Chicago Academy of Sciences. Vol. II, Nr. 2.

— — Chicago Academy of Sciences report for the year 1895.

Bauer, E., Beitrag zur Moosflora Böhmens. S.-A. aus Leimbach, Deutsche bot. Monatsschrift, Jahrg. XIV 1896 Nr. 2, 3.

— — Zwei neue Bürger der Laubmoosflora Böhmens. S.-A. aus „Allgemeine Bot. Zeitschrift für Systematik, Floristik, Pflanzengeographie etc." Nr. 4 1896.

— — Beitrag zur Moosflora Westböhmens und des Erzgebirges. S.-A. aus der „Oesterr. bot. Zeitschrift", Jahrg. 1895 Nr. 10.

— — Beiträge zur Moosflora von Centralböhmen. S.-A. aus „Lotos" 1895 Bd. XV.

— — Beiträge zur Moosflora Westböhmens u. des Erzgebirges. S.-A. aus „Lotos", Neue Folge, Bd. XIII 1893.

Borge, C., Uebersicht der neu erscheinenden Desmidiaceen-Litteratur, V. Estratto dallo Nuova Notarisia, Serie VI 1896, Padova.

Botanical Magazine. Vol. X, Nr. 108 u. 110, Tokyo 1896.

Briquet, J., Notice sur l'état actuel de l'Herbier Delessert et du Jardin botanique de Genève. Extrait du Bulletin de l'Herbier Boissier 1896.

Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique. Tome XXIV 1895. II.

Bulletin du Laboratoire de Botanique générale de Genève. Vol. I Nr. 1.

Bulletin from the Laboratories of Natural History of the state University of Jowa. Vol. III Nr. 4.

Cavara, F., Di una Ciperacea nuova per la flora Europa (Cyperus aristatus Rottb. var. Böckleri Cav.). Estratto dagli atti del R. Istituto Botanico dell' Università di Pavia. 1896.

— — Ipertrofie ed anomalie nucleari in seguito a parassitismo vegetale. Pavia 1896.

College of Agriculture. Bulletin Vol. II, Nr. 5. Tokyo 1895. Contents: Shirasawa, H., Die japanischen Laubhölzer im Winterzustande. Bestimmungstabellen. — Koide, F., Untersuchungen über das Klemmen der technisch wichtigsten Japanischen Holzarten.

— — Nr. 6. Contents: Honda, S., Ertragstafel u. Zuwachsgesetz für Sugi. — Loew, O., Ueber den Einfluss wechselnder Mengen von Kalk u. Magnesia auf die Entwickelung der Nadelbäume. — Honda, S., Ueber die Entstehung der Verkrümmungen an Yotsuyamaruta. — Besitzen die Kiefernadeln ein mehrjähriges Wachsthum?

Coulter, J. M., Preliminary revision of the North American species of Echinocactus, Cereus and Opuntia. Contributions from the U. S. National Herbarium. Vol. III, Nr. 7 1896.

Darwin, Fr., Etiolation as a phenomenon of adaption in plants. Reprinted from the Journal of the Royal Horticultural Society. Vol. XIX Part. III.

— — **and Miss Pertz**, On the effect of water currents on the assimilation of aquatic plants. Extracted from the Procedings of the Cambridge Philosophical Society, Vol. IX Pt. II.

Davis, B. M., Fertilization of Batrachospermum. With 2 Plates. Annals of Botany, Vol. X Nr. XXVII 1896.

— — Contributions from the Cryptogamic Laboratory of Harvard University XXXIII The Development on the Cystocarp of Champia parvula Harv. with 2 plates. S.-A. from the Botanical Gazette, Vol. XXI.

Debski, B., Ueber den Bau u. den Bewegungsmechanismus der Blätter der Marantaceen. S.-A. aus dem Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau 1895.

Errera, L., Essais de Philosophie botanique. I. L'Optimum. Extr. de la revue de l'université de Bruxelles 1896.

Erythea, A Journal of Botany, West. American and general. Vol. IV, Nr. 3. Contents: **Setchell**, W. A., Notes on Kelps. — **Howe**, M. A., Notes on Californian Bryophytes. II. — **Greene**, E. L., Some Californian species of Phacelia. — Phytographic notes and amendments.

Evans, A. W., Notes on the North American species Plagiochila, m. 2 Taf. S.-A. from the Botanical Gazette, Vol. XXI.

Gibson, H., Presidential Address on Botanic Gardens — Past and Present. From Trans. Biol. Soc. Liverpool. Vol. X. 1895.

Godlewski, E., Zur Kenntniss der Nitrification. S.-A. aus d. Anzeiger derAkademie d. Wissensch. in Krakau. Juni 1895.

Golenkin, M., Beiträge zur Kenntniss der Urticaceen und Moraceen. Extrait de Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou. 1895. Nr. 4.

Hartig, R., Ueber die Güte des „Nonnenholzes." S.-A. aus der Forstlich.-naturw. Zeitschrift. Heft 9. 1895.

— — Das Absterben der Kiefer nach Spannerfrass. Ibid. Heft 10.

— — Der Nadelschüttepilz der Lärche, Sphaerella laricina n. sp. Ib. Heft 12.

— — Wachsthumsuntersuchungen an Fichten. Ibid. 1896. Heft 1 u. 2.

— — Ueber das Verhalten der vom Spanner entnadelten Kiefern im Sommer des Jahres 1895. Ib. Heft 2.

— — Das Rothholz der Fichte. Ib. Heft 3 u. 4.

Hasse, L. A. W., Schlüssel zur Einführung in das Studium der mitteleuropäischen Rosen. S.-A. aus „Allg. Bot. Zeitschrift für Systematik, Floristik etc. Nr. 7/8 u. 11. Jahrgang 1895.

Hisinger, E., Remarquable variété du Nuphar luteum (L.) Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica XI. Nr. 9.

Humphrey, J. E., Noteworthy anatomical and physiological researches. From the Botanical Gazette. Vol. XX.

— — The Development of the Seed in the Scitamineae; with plates I—IV. (S.-A. annals of botany Vol. X.)

Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. 29. Bd. 1. Heft. Inhalt: **Liddfors**, B., Zur Biologie des Pollens. — **Koch**, L., Mikrotechnische Mittheilungen III. — **Maurizio**, A., Die Sporangiumanlage der Gattung Saprolegnia. — **Hering**, F., Ueber Wachsthumscorrelationen in Folge mechanischer Hemmung des Wachsens. Berlin 1896. Verl. v. Gebr. Bornträger.

Jenman, G. S., Report of the Botanic Gardens and their work for the year 1894—95. Georgetown 1896.

Jonkman, H. P., Embryogenie von Angiopteris u. Marattia. S.-A. Botanisch. Centralblatt, Bd. LXVI. Nr. 2. 1896.

Keller, Ida A., The Coloring matter of the aril of Celastrus Scandens. From the proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 1896.

Koch, L., Mikrotechnische Mittheilungen III. S.-A. aus d. Jahrb. für wissensch. Botanik. Bd. XXIX, Heft 1. Berlin 1896. Gebr. Bornträger.

Knuth, P., Flora der nordfriesischen Inseln. Kiel u. Leipzig. Verlag v. Lipsius u Tischer. 1896.

Kraus, G., Physiologisches aus den Tropen. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XIII, 2.

Landsberg, B., Hilfs- und Uebungsbuch für den botanischen u. zoologischen Unterricht an höheren Schulen u. Seminarien. I. Theil: Botanik. Leipzig 1896. Verlag v. B. J. Teubner.

Lindberg, G. A., Rhipsalis hadrosoma nov. spec. S.-A. aus der „Monatsschrift für Kakteenkunde“ m. 1 Abbild.

Linz, F., Beiträge zur Physiologie der Keimung von Zea Mais L. Dissertat. Marburg 96.

Lorch, W., Uebersicht der bisher in der Umgebung von Marburg (Hessen) beobachteten Flechten. S.-A. aus d. Ber. des Naturw. Vereins zu Elberfeld.

— — Die Laubmoose der Umgebung von Marburg u. deren geographische Verbreitung. S.-A. aus d. Ber. der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde in Giessen.

Lübstorf, W., Pflanzen-Tabellen zum Bestimmen der Phanerogamen und Gefässkryptogamen Norddeutschlands. Wismar 1896. Verlag der Hinstorff'schen Buchhandlung.

Mac Dougal, D. P., A contribution to the physiology of the root tubers of Isopyrum biternatum (Raf.) Torr. and Gray. Reprinted from the Minnesota Botanical Studies 1896.

Mac Millan, C., The relation between metazoon and metaphytic reprodnctive processes. Abdruck aus „Anat. Anzeiger“ XI. Band, Nr. 14.

Massart, J., Un botaniste en Malaisie. 1895. Extrait du Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique t. XXXIV.

— — Notes Javanaises. Extrait de la Revue de l'Université de Bruxelles. Tome I. 1895—96.

— — Sur la morphologie du bourgeon. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. VIII, 1.

— — Médicin pour Hadji. Extrait du Journal médical de Bruxelles, Nr. 6.

— — Cours sur les impressions de la nature équatoriale. 1895. Extension de l'université libre de Bruxelles.

Matouschek, Fr., *Bryologisch-floristische Beiträge aus Böhmen* II. S.-A. aus den Sitzungsber. des Deutsch. naturw.-medicin. Vereins für Böhmen „Lotas“ 1896.

— — dto. III. aus Mittheilungen des Vereines der Naturfreunde in Reichenberg 1896.

Maurizio, A., Die Sporangiumanlage der Gattung Saprolegnia. S.-A. aus den Jahrb. für wissensch. Botanik Bd. XXIX, Heft 1.

Minnesota Botanical Studies. Bulletin Nr. 9, Part. VIII.

Molisch, H., Das Erfrieren von Pflanzen bei Temperaturen über dem Eispunkt. Aus d. Sitzungsber. der kaiserl. Academie der Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Classe. Bd. CV, Abth. 1.

— — Eine neue mikrochemische Reaction auf Chlorophyll. — Die Krystallisation u. der Nachweis des Xantophylls (Carotins) im Blatte. S.-A. aus den Ber. d. Deutschen Bot. Gesellschaft Jahrgang 1896, Bd. XIV, Heft 1.

Molle, Ph., Recherches de Microchimie Comparée sur La Localisation des Alcaloides dans les Solanacées. Mit 1 Taf. Bruxelles 1895.

Müller, Fr. in Varel. Beiträge zur Moosflora der ostfriesischen Inseln Baltrum u. Langeoog. S.-A. aus d. Abh. d. Naturw. Vereins zu Bremen 1895. Bd. XIII, H. 3.

Müller, C., Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. IV. Mechanik der Ortsbewegung. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. Bot. Gesellschaft. Jahrg. 1896. Bd. XIV, Heft 3. Mit 1 Taf.

Niessen, J., 670 Pflanzenetiketten. Mit praktischen Rathschlägen zur Anlage eines Herbariums. 2. Aufl. Mettmann, Verl. v. A. Frickenhaus.

Raciborski, M., Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen auf die Wachsthumsweise des Basidiobolus ranarum. S.-A. aus Flora oder allg. Bot. Zeitung. 1896, 82. Bd., Heft 2.

Rees, M., Lehrbuch der Botanik. Stuttgart, Verl. v. F. Enke. 1896.

Reinke, J., Abhandlungen über Flechten V. Mit 15 Zinkätzungen. S.-A. aus den Jahrbüchern f. wissensch. Botanik Bd. XXIX, Heft 2, 1856.

Revue générale de botanique. 8. Bd. Nr. 88. April 1896.

Rullmann, W., Weitere Mittheilungen über Cladothrix odorifera aus dem Hygienischen Institut der Universität München. S.-A. aus dem Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten. 1896.

Sargant, E., Direct nuclear division in the embryo-sac of Lilium Martagon. 1896.

Schawo, M., Beiträge zur Algenflora Bayerns (Bacillariaceae). Mit 437 Fig. auf 10 Taf. S.-A. aus dem 14. Bericht des Botanischen Vereins in Landshut.

Schellenberg, H., Beiträge zur Kenntniss der verholzten Zellmembran. S.-A. aus den Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik Bd. XXIX, Heft 2, 1896.

Schube, Ph., Schlesiens Kulturpflanzen im Zeitalter der Renaissance. Breslau 1896. Druck von Grass, Kartz und Comp.

Stahl, E., Ueber bunte Laubblätter. Ein Beitrag zur Pflanzenbiologie II. Extrait des Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg. Vol. XIII.

Steinbrinck, C., Grundzüge der Oeffnungsmechanik von Blüthenstaub- und einigen Sporenbehältern. Overgedrukt uit het Botanisch Jaarboek te Gent, VII, 1895.

Trelease, W., The Sturtevant Prelinnean library of the Missouri Botanical Garden. Reprinted from the J. annual Report of the Missouri Bot. Garden 1896.

Tubeuf, C. v., Die Haarbildungen der Coniferen. S.-A. aus der Forstlich-naturw. Zeitschrift 1896.

Wakker, J. H. u. Went, F. A. F. C., Overzicht vande Zietsten van het Suikerriet op Java I. met plaat. Overgedrukt uit het Archief voor de Java-Suikerindustrie 1896, A fl. G.

Warburg, Ueber die Haarbildung der Myristicaceen. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. Bot. Gesellschaft, Jahrg. 1895, Bd. XIII. Ibid.

— — Ueber Verbreitung, Systematik und Verwerthung der polynesischen Steinnun-Palmen. M. 1 Taf. Jahrg. 1896, Bd. XIV.

— — Wer ist der Entdecker der Gewürzinseln (Molukken)? S.-A. aus den Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1896.

— — Begoniaceae africanae. S.-A. aus Engler's bot. Jahrbüchern, Bd. XXII, 1. Heft. 1895. Ibid.

— — Begoniaceae africanae.

— — Die aus den deutschen Kolonien exportierten Produkte u. deren Verwerthung in der Industrie. Berlin 1896 (Kgl. Hofbuchhandlg. Mittler).

— — Sabiaceae. M. 31 Einzelbildern in 4 Fig. 1895.

— — Fam. Balsaminaceae. S.-A. aus Engler, Ostafrika V, Pflanzenwelt C. Ibid.

— — Fam. Placourtiaceae.

Weber, C. A., Ueber die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. — Zur Kritik interglacialer Pflanzenablagerungen. S.-A. aus den Abh. der Naturw. Vereins zu Bremen 1896, Bd. XIII, H. 3.

Went, F. A. F. C., Het Zuur Rot. Overgedrukt uit het Archief voor de Java-Suikerindustrie 1896, Afl. 6.

Went, A. F. C. en H. C. Prinsen Geerligs, Zaaiproeven. Ibid. Afl. 4.

Wettstein, R. v., Monographie der Gattung Euphrasia. Leipzig, Verl. v. W. Engelmann, 1896.

Wiesner, J., Die Nothwendigkeit des naturhistorischen Unterrichtes im medicicinischen Studium. Wien 1896, A. Hölder.

Williamson, W. C. and D. H. Scott, Further observations on the organization of the fossil plants of the coal measures. Part. III. — Lyginodendron and Heterangium. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Vol. 186, 1895.

Wünsche, O., Exkursionsflora. 7. Auflage. Verl. v. B. G. Teubner, Leipzig 1895.

— — Die verbreitetsten Pflanzen Deutschlands. 2. Auflage. Ibid. 1896.

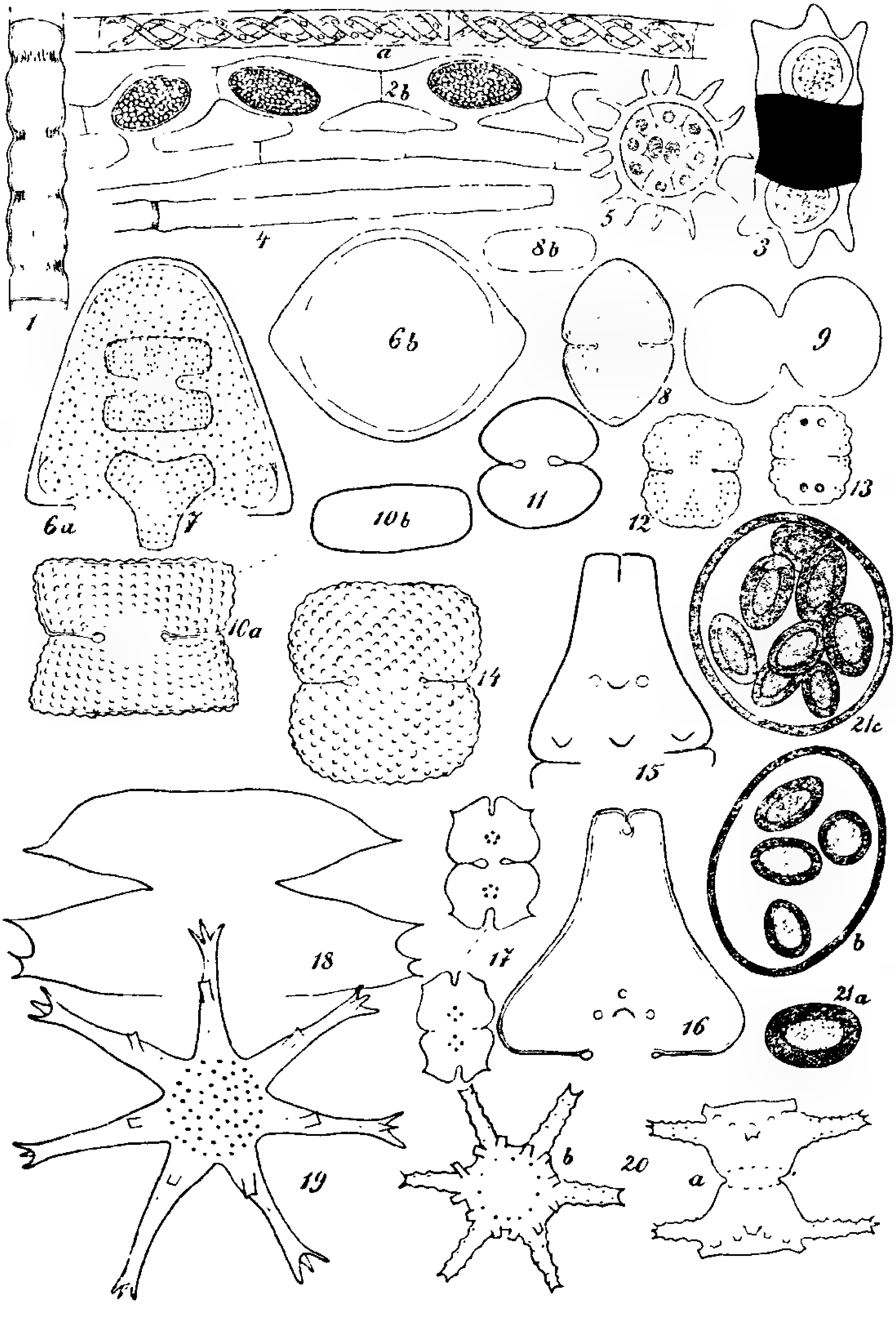
— — Die verbreitetsten Pilze Deutschlands. Ibid. 1896.

Zimmermann, A., Ueber die chemische Zusammensetzung des Zellkerns I. M. 1 Taf. S.-A. a. Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie u. für mikroskopische Technik.

5
6.
3.
9.
r
1.
4.
7.
10.
8.
2.

9.
1.
10
2.
13
14.
8.
17
18
19.
20
5.
6.
24
25
33.
32.
37
34.

W. A. Meyn lith. Inst. Berlin.


a
2b
8b
6b
6a
b
b
a

Verlag von **Wilhelm Engelmann** in **Leipzig**.

ANKÜNDIGUNG.

Im unterzeichneten Verlage erscheint:

Synopsis
der
Mitteleuropäischen Flora
von
Paul Ascherson,
Dr. med. et phil., Professor der Botanik an der Universität zu Berlin.

In 3 Bänden zu 60 Bogen. Gr. 8°.

Seit dem Erscheinen der zweiten Auflage von Koch's Synopsis, also seit einem halben Jahrhundert, haben wir wohl zahlreiche vortreffliche Provinzial- und Landesfloren, sowie monographische Bearbeitungen einheimischer Pflanzengruppen, niemals aber eine kritische Durcharbeitung des gesamten floristischen Materials für das deutsch-österreichische Florengebiet im weitesten Sinne erhalten.

Prof. P. Ascherson, der Verfasser der allgemein geschätzten und auch jetzt noch nach einem Menschenalter als mustergiltig angesehenen Flora der Provinz Brandenburg, hat die Herausgabe einer derartigen kritischen Bearbeitung stets als das Ziel seiner wissenschaftlichen Thätigkeit betrachtet. Er hat zu diesem Zwecke auf zahlreichen Reisen einen grossen Teil des Gebietes aus eigener Anschauung kennen gelernt und mit allen hervorragenden Fachgenossen persönliche Beziehungen angeknüpft. Seine Bestrebungen wurden von Seiten der kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin durch eine Beihilfe anerkannt.

Das Gebiet dieses Werkes ist bedeutend weiter bemessen als das in Koch's Synopsis und entspricht im ganzen dem der Reichenbach'schen Flora germanica excursoria. Ausser dem Deutschen Reiche, ganz Österreich-Ungarn mit Einschluss von Bosnien und der Herzegovina, der Schweiz und dem Grossherzogtum Luxemburg umfasst dasselbe noch die Niederlande, Belgien, das Königreich Polen, die französischen und italienischen Alpen und Montenegro.

Bei der systematischen Anordnung der höheren Gruppen sind die „Natürlichen Pflanzenfamilien“ von Engler und Prantl im allgemeinen massgebend gewesen.

Der Verfasser hält bekanntlich in seiner Auffassung des Artbegriffes die richtige Mitte zwischen übermässiger Zersplitterung und widernatürlicher Vereinigung. Abweichenden Anschauungen ist durch Einführung der Begriffe „Unterart“ und „Gesamtart“ Rechnung getragen. Ebenso ist Verfasser bemüht gewesen, alle wirklich wichtigen Formen zu berücksichtigen, ohne sich in das Chaos unbedeutender Abweichungen zu verlieren. Wie in der Flora von Brandenburg war es sein Bestreben, die Bestimmung der Arten und Formen durch eine übersichtliche, dabei aber den Forderungen der Wissenschaftlichkeit nichts vergebende Anordnung zu erleichtern; daher wird in dem genannten Werke dem Bedürfnisse des Anfängers durch praktische Hinweise auf die am leichtesten aufzufassenden Merkmale Rechnung getragen werden.

In Bezug auf die jetzt so brennende Nomenclaturfrage huldigt der Verfasser dem Prioritätsprincipe, ohne sich den von gewisser Seite angestrebten grundstürzenden Neuerungen anzuschliessen.

Bei dem ungeheueren Umfange des zu bewältigenden Stoffes ist es die Absicht des Verfassers, eine Anzahl besonders schwieriger formenreicher Gattungen von bewährten Monographen bearbeiten zu lassen; bis jetzt haben ihre Mitwirkung zugesagt:

J. Freyn-Prag (*Thalictrum*, *Ranunculus*),
Dr. P. Graebner-Berlin (*Typha* und *Sparganium*),
Max Schulze-Jena (*Rosa*, *Viola*).
Prof. Dr. R. v. Wettstein-Prag (*Sempervivum*, *Gentiana*, *Euphrasia*).

Eine Satzprobe befindet sich auf der 4. Seite dieser Ankündigung.

Das Werk erscheint in Lieferungen und in Bänden.

Die Lieferungen werden je 5 Bogen umfassen; demnach je 12 Lieferungen einen Band ergeben.

Der Preis pro Bogen wird auf 40 Pfg. festgesetzt.

Um ein schnelles Erscheinen zu ermöglichen, ist die Ausgabe von Doppellieferungen (à 10 Bogen) vorgesehen.

Jährlich werden 6 einfache oder 3 Doppellieferungen erscheinen. Es ist daher zu erwarten, dass das Werk in 6 Jahren abgeschlossen sein wird.

Einzelne Lieferungen und Bände werden nicht abgegeben.

Den Abschluss des ganzen Werkes wird ein ausführliches Sachregister bilden.

Zu Bestellungen bitte ich sich des nachstehenden Bestellscheins zu bedienen.

Leipzig, im April 1896. **Wilhelm Engelmann.**

Bestellschein.

Von der Buchhandlung von ....

in .... bestelle ich

. **Ascherson,** Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. Lieferung 1 und ff.

... **Ascherson,** Synopsis der Mitteleuropäischen Flora. Band I und ff.

(Verlag von **Wilhelm Engelmann in Leipzig.**)

Ort und Datum: ....

Name: ....

Satzprobe.

vgl. Haračić a. a. O. 208 ff. und Sulla vegetazione dell' isola di Lussin III. (XIV. Progr. dell' I. R. Scuola nautica di Lussinpiccolo 1895) 11 ff.

(Verbreitung des Typus: Portugal; Mittelmeergebiet von Spanien bis Syrien, etwas verbreiteter in der Westhälfte, doch auch da nirgends häufig.) |*|

9. ASPLÉNUM[1].

(*Asplenium* L. Gen. pl. [ed. 1. 322] ed. 5. 485 (1754) veränd. Luerssen Farnpfl. 148.)

(Franz.: Doradille.)

Vgl. S. 9, 48. Sori zur Seite des sie tragenden Nerven, selten theilweise wie bei *Athyrium* über denselben hinübergreifend (S. athyrioidei), oder zu beiden Seiten des Nerven Doppel-Sori, die einander die angehefteten Ränder ihrer Schleier zuwenden (S. diplazioidei s. S. 10). Schleier dem Sorus gleichgestaltet, den freien Rand fast immer dem Mittelnerven des Abschnitts zuwendend (vgl. Nr. 32), selten rudimentär. Mittelgrosse oder kleine Farne mit (bei unseren Arten) kurzer, dicht spiralig beblätterter mehr oder weniger verzweigter Grundachse, aus der sich ein meist dichter Büschel mehr oder weniger getheilter, meist überwinternder Blätter entwickelt, deren Stiel von einem oder zwei (dann sich meist noch unter der Spreite vereinigenden) Leitbündeln durchzogen wird.

Die bisher allgemein angenommene Gattung *Ceterach* kann wegen ihres (nicht einmal völlig) fehlenden Schleiers um so weniger von *Asplenum* getrennt werden, als das mit wohl ausgebildetem Schleier versehene indisch-abyssinische *A. alternans* Wall. unserem 25. nahe verwandt ist. Die Begründung einer diese Art einschliessenden Gattung *Ceterach*, wie sie Kuhn (v. d. Decken Reisen in Ost-Afrika III 36 [1879]) versprach (vgl. Luerssen Farnpfl. 286) ist bis jetzt nicht gegeben.

Etwa 260 Arten aller Klimate.

A. *Céterach*[2]) (Willd. Sp. pl. V. XXXXVII [1810]). Blätter fiedertheilig, überwinternd. Leitbündel des Stiels bis zur Spreite getrennt verlaufend. Sori anfangs unter der dichten Spreuhaarbekleidung der Blattunterseite versteckt, mit rudimentärem (zuweilen fehlendem) Schleier.

25. (1.) **A. céterach.** (Franz.: Doradille; ital.: Erba ruggine; kroat.: Sljezenica, Zlatinjak.) ♃. Grundachse mit schwarzen, ähnlich wie

---

[1]) Vgl. S. 50. Der Name stammt von σπλήν die Milz, wegen Anwendung gegen Krankheiten dieses Organs.

[2]) Zuerst bei Matthaeus Sylvaticus. Soll ein deutsches Wort sein und „krätzig“ bedeuten; wegen der Spreuhaarbekleidung.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Soeben erschien:

LEHRBUCH
DER
BOTANIK.
VON
DR. MAX REESS,
ORD. PROFESSOR DER BOTANIK UND DIRECTOR DES BOTANISCHEN GARTENS UND
INSTITUTS AN DER KGL. UNIVERSITÄT ERLANGEN.

MIT 471 ZUM THEIL FARBIGEN FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

gr. 8. 1896. geh. Preis 10 Mark.

Vorwort.

Indem ich das nachfolgende Lehrbuch der Botanik der Oeffentlichkeit überreiche, habe ich geglaubt, es sei zwischen unsern bestehenden Werken noch immer ein Platz frei. Mein Ziel war, unter Vermeidung von allzuviel Einzelnheiten, sowohl im allgemeinen wie im systematischen Theil das Wesentliche in knapper Form vorzuführen. Dabei sollte gleichzeitig in der Ausstattung mit guten Abbildungen nirgends gespart werden; auch ist der Herr Verleger bereitwillig auf den Gedanken eingegangen, eine Anzahl farbiger Textbilder zur Veranschaulichung besonders wichtiger einheimischer Giftpflanzen herstellen zu lassen.

Obgleich das Buch sich an einen allgemeineren Leserkreis wendet, ist doch gleichzeitig auf die besonderen Bedürfnisse der Mediciner und Pharmaceuten thunlichst Rücksicht genommen.

Das im Folgenden festgehaltene natürliche Pflanzensystem ist selbstverständlich das von Engler und Prantl begründete. In den Benennungen für Familien und Reihen habe ich mich, wie in der sachlichen Kennzeichnung und Abgränzung, streng an Engler und Prantl gehalten, ebenso bei den meisten grösseren Abtheilungen. Nur sind einzelne Ausnahmen bald in der Sache, bald in der Form gemacht; jene aus Lehrrücksichten, diese zur Vermeidung richtiger, aber schwerfälliger Kunstausdrücke.

Inhaltsverzeichniss.

Einleitung.

I. Morphologie.

1. Die Symmetrieverhältnisse der Pflanzen. — 2. Anordnung seitlicher Glieder an der Ursprungsachse. — 3. Kurze Uebersicht der Verzweigungssysteme. — 4. Morphologische Grundformen oder Typen: 1. Die Blätter. 2. Besondere Ausbildungsformen des Stammes. 3. Die Wurzeln.

II. Anatomie.

A. Zellenlehre. — **B. Gewebelehre.** A. Gewebeformen. B. Gewebesysteme. 1. Hautgewebesystem. 2. Grundgewebesystem. 3. Gefässbündelsystem. — **C. Innerer Bau der verschiedenen Pflanzenglieder.** 1. Innerer Bau der Wurzel. 2. Innerer Bau des Blattes. 3. Innerer Bau des Stammes. 4. Secundäres Dickenwachsthum. 5. Gewebeentwickelung am Vegetationspunkt. 6. Anatomie niederer Pflanzen.

III. Physiologie.

A. Festigung. — B. Ernährung. — C. Athmung. — D. Wachsthum. — E. Bewegungserscheinungen

IV. Fortpflanzung und Entwickelungsgang.

A. Vermehrung und ungeschlechtliche Fortpflanzung. — B. Geschlechtliche Fortpflanzung: Algen. Pilze. Bryophyten (Moospflanzen). Pteridophyten (Farnpflanzen). Samenpflanzen (Phanerogamen). Gymnospermen, Nacktsamige. Angiospermen, Bedecktsamige (einschliesslich allgemeiner Fragen).

V. Systematischer Theil.

I. Sporophyta, Sporenpflanzen. — A. Thallophyta. 1. Myxomycetes (Schleimpilze). 2. Schizophyta (Spaltpflanzen). 3. Diatomeae (Kieselalgen). 4. Algae (Algen). 5. Fungi (Pilze). — B. Bryophyta (Moospflanzen). 1. Hepaticae. 2. Musci frondosi. — C. Pteridophyta (Farnpflanzen). 1. Filicales. 2. Equisetales. 3. Lycopodiales. — **II. Spermaphyta, Samenpflanzen, Phanerogamen.** — A. Gymnospermae. 1. Cycadales. 2. Coniferae. 3. Gnetales. — B. Angiospermae. — I. Monocotyledoneae. 1. Pandanales. 2. Helobiae. 3. Glumiflorae. 4. Principes. 5. Synanthae. 6. Spathiflorae. 7. Farinosae. 8. Liliiflorae. 9. Scitamineae. 10. Microspermae. — II. Dicotyledoneae. α. Archichlamydeae. — A. Apetalae. 1. Piperales. 2. Verticillatae. 3. Juglandales. 4. Salicales. 5. Fagales. 6. Urticales. — B. Monochlamydeae. 7. Proteales. 8. Santalales. 9. Aristolochiales. — C. Centrospermae. 10. Polygonales. 11. Centrospermae. — D. Aphanocyclicae. 12. Ranales. 13. Rhoeadales. 14. Sarraceniales — E. Eucyclicae. 15. Rosales. 16. Geraniales. 17. Sapindales. 18. Rhamnales. 19. Malvales. 20. Parietales. 21. Opuntiales. 22. Thymelaeales. 23. Myrtiflorae. 24. Umbelliflorae. — β. Sympetalae. — A. Isocarpicae. 1. Ericales. 2. Primulales. 3. Ebenales. — B. Anisocarpicae. a. Hypogynae. 4. Contortae. 5. Tubiflorae. 6. Plantaginales. b. Epigynae. 7. Rubiales. 8. Aggregatae. 9. Campanulatae.

Verzeichniss der officinellen Gewächse. — Verzeichniss der Giftgewächse. — Register.

Bestellschein.

Bestelle bei der Buchhandlung von

....

1 REESS, Botanik. Preis 10 Mark.

(Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.)

Ort und Datum: **Name:**

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung, Marburg i. Hessen.

Oscar Eberdt,

Die Transpiration der Pflanzen und ihre Abhängigkeit von äusseren Bedingungen.

Mit 2 lithographischen Tafeln und 2 Holzschnitten. gr. 8⁰. VI, 97 S.
Preis Mk. 4.—.

Botanische Hefte.

Forschungen aus dem botanischen Garten zu Marburg.

Herausgegeben von **Albert Wigand.**

1. Heft.

Mit 5 Tafeln. gr. 8⁰. IV, 227 S. Preis Mk. 6.—

Inhalt: A. MEYER, Ranunculaceae (mit 1 Tafel).
W. JÄNNICKE, Papilionaceae (mit 1 Tafel).
E. DENNERT, Cruciferae (mit 1 Tafel).
W. HOFFMANN, Beiträge zur Diatomeen-Flora von Marburg.
F. G. KOHL, Plasmavertheilung u. Krümmungserscheinungen (mit 1 Taf.).
A. WIGAND, Studien über Protoplasmaströmung in der Pflanzenzelle (mit 1 Tafel).

2. Heft.

Mit 4 Tafeln. gr. 8⁰. IV, 243 S. Preis Mk. 6.—.

Inhalt: O. LOHRER, Beiträge zur anatomischen Systematik (vergleichende Anatomie der Wurzel) (mit 2 Tafeln).
A. WIGAND, Ueber Krystall-Plastiden.
— Bacterien innerhalb des geschlossenen Gewebes der knollenartigen Anschwellungen der Papilionaceen-Wurzeln (mit 1 Tafel).
— Beiträge zur Pflanzen-Teratologie (mit 1 Tafel).
E. DENNERT, Die anatomische Metamorphose der Blüthenstandaxen (mit 1 Tafel).
A. WIGAND, Die rothe und blaue Färbung von Laub und Frucht.

3. Heft, herausgegeben von **E. Dennert.**

gr. 8⁰. X, 294 S. Preis Mk. 7.—.

Inhalt: A. WIGAND, Das Protoplasma als Fermentorganismus.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Soeben ist erschienen:

N. Pringsheim,

Gesammelte Abhandlungen

Herausgegeben von seinen Kindern.

Dritter Band.

Mit 13 lithographischen Tafeln.

Preis: 12 Mark.

Der I. Band dieses Werkes kostet Mk. 20.—, der II. Band Mk. 15.—.

Verlag der Rieger'schen Universitäts-Buchhandlung
München, Odeonsplatz 2.

Soeben erschienen:

Die Haarbildungen der Coniferen.

Von

Dr. Karl Freiherr von Tubeuf.

Mit 12 Tafeln. Preis 2 Mark.

Dringende Bitte.

Um das Erscheinen des

Botanischen Jahresberichts

möglichst zu beschleunigen, wie eine Steigerung der Zuverlässigkeit in der Berichterstattung zu erlangen, richten wir an die

Botaniker aller Länder

die dringende Bitte um gefällige schleunige Zusendung ihrer Arbeiten, namentlich auch der Sonderabdrücke aus Zeitschriften etc.

Alle Sendungen sind zu richten an den Herausgeber

Professor Dr. E. Koehne
Friedenau-Berlin
Kirchstrasse 5.

Druck von Val. Höfling, München. Kapellenstr. 3.

FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN
VON DER
KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

82. BAND.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL
Professor der Botanik in München.

Heft IV mit 1 Tafel und 25 Textfiguren (Schluss).
Erschienen am 28. October 1896.

Inhalt. Dr. K. GIESENHAGEN, Untersuchungen über die Characeen . . . . Seite 381—433
Dr. KARL MÜLLER, Bryologia Hawaiica . . . . „ 434—479
K. GOEBEL, Ueber Sporenausstreuung durch Regentropfen . . . . . „ 480—482
LITTERATUR: O. Drude, Deutschlands Pflanzengeographie . . . . . „ 483—484
EINGEGANGENE LITTERATUR . . . . „ 484—486

MARBURG.
N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.
1896.

Bemerkung.

Das Honorar beträgt 20 Mk. pro Druckbogen, für die Litteraturbesprechungen 30 Mk. Die Mitarbeiter erhalten 30 Sonderabdrücke kostenfrei. Wird eine grössere Anzahl gewünscht, so werden für Druck und Papier berechnet:

Für	10	Exemplare	pro	Druckbogen	Mk.	1.20;	pro	einfarb.	einfache	Tafel	Mk.	—.30
„	20	„	„	„	„	2.50	„	„	„	„	„	—.60
„	30	„	„	„	„	3.80	„	„	„	„	„	—.90
„	40	„	„	„	„	5.—	„	„	„	„	„	1.20
„	50	„	„	„	„	6.50	„	„	„	„	„	1.50
„	60	„	„	„	„	8.—	„	„	„	„	„	2.—
„	70	„	„	„	„	9.20	„	„	„	„	„	2.50
„	80	„	„	„	„	10.50	„	„	„	„	„	3.—
„	90	„	„	„	„	12.—	„	„	„	„	„	4.—
„	100	„	„	„	„	15.—	„	„	„	„	„	5.—

Dissertationen, Abhandlungen systematischen Inhalts, sowie solche von welchen über 100 Sonderabdrücke hergestellt werden, werden nicht honorirt; für solche, die umfangreicher als 4 Bogen sind, werden nur 4 Bogen honorirt; die Kosten für Abbildungen hat bei Dissertationen der Verfasser zu tragen; ebenso bei fremdsprachigen Manuskripten die Kosten der Uebersetzung. Die Zahlung der Honorare erfolgt nach Abschluss eines Bandes. Der Bezugspreis eines Bandes beträgt 18 Mark. Jedes Jahr erscheint ein Band im Umfang von mindestens 30 Druckbogen, nach Bedürfniss schliessen sich an die Jahrgänge Ergänzungsbände an, welche besonders berechnet werden.

Manuskripte und Litteratur für die „Flora“ sind an den Herausgeber, Herrn Prof. Dr. Goebel in **München,** Nymphenburgerstr. 50/III zu senden, Korrekturen an die Druckerei von Valentin Höfling, München, Kapellenstrasse 3. Alle geschäftlichen Anfragen etc. sind zu richten an die unterzeichnete Verlagshandlung.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung
Marburg (Hessen-Nassau).

Untersuchungen über die Characeen.

Von

Dr. K. Giesenhagen.

(Hiezu Tafel X und 25 Text-Abbildungen.)

> „Eh bien, malgré ces nombreux travaux des botanistes qui ont étudié les Charagnes sous les différents rapports, — malgré les découvertes, auxquelles des recherches persévérantes, ingénieuses pour la plupart, les ont conduits, tout n'a pas été dit encore sur ce sujet.“

Der obenstehende Satz, den Montagne vor mehr als 40 Jahren schrieb, hat auch heute noch volle Geltung, obwohl in der seither verstrichenen Zeit eine nicht geringe Anzahl umfassender und bedeutungsvoller Arbeiten zu der schon zu Montagne's Zeiten recht umfangreichen Characeenlitteratur hinzugekommen sind. Ja, man kann nicht einmal sagen, dass es sich bei erneuten Untersuchungen über die Characeen nur um eine Nachlese handelt. Wir sind wohl durch die Arbeiten zahlreicher namhafter Gelehrter, unter denen auch ein de Bary, Braun, Mettenius, Naegeli, Pringsheim, Thuret genannt werden kann, über die fast starr zu nennende Regelmässigkeit in dem Bau der Characeen und über die allgemeinsten Fragen bezüglich der Lebensvorgänge bei diesen seltsamen Pflanzen unterrichtet; auch bezüglich der systematischen Stellung, der Kenntniss und Unterscheidung der Formen und ihrer geographischen Verbreitung gehören die Characeen zu den bestgekannten Pflanzengruppen: aber auf allen Gebieten der Morphologie sowohl wie der Physiologie und Biologie harren noch zahlreiche Fragen der endgültigen Lösung, und jede erneute Untersuchung fördert neue Räthsel ans Licht und stellt neue Probleme oft von principieller Bedeutung.

Die Einfachheit und Regelmässigkeit des Baues, die Durchsichtigkeit der Zellen und der ganzen Organisation lockt immer wieder zur Beobachtung und Untersuchung und verleitet immer wieder zu dem Glauben, dass es möglich sein müsse, für die seltsamen physiologischen Phänomene, Plasmaströmung, Kern- und Zelltheilung, Wachsthum, Reizkrümmung u. a. m., die sich unverdeckt direkt unter dem Auge des Beobachters abspielen, auch den ursächlichen Zusammenhang durch direkte Beobachtung aufzuklären. Und wenn auch das Resultat der Untersuchung weit hinter den gehegten Erwartungen zurückbleibt, so vermag es doch einen Beitrag zur Erweiterung unserer Kenntnisse zu bieten und was Einem zu erlangen versagt blieb, mag endlich Vielen erreichbar werden.

Ich bin seit mehreren Jahren mit dem Studium der Characeen beschäftigt, ursprünglich in der Absicht, Material zu gewinnen für eine zusammenfassende Darstellung, die alles, was über diese Familie bekannt ist, behandeln sollte, in der alle offenen Fragen bestimmt formulirt und nach Möglichkeit, soweit sie meiner Forschungsweise zugänglich sind, ihrer Lösung näher geführt werden sollten. Während meiner oftmals unterbrochenen Untersuchungen bin ich indess zu der Ueberzeugung gelangt, dass die mir gegenwärtig zur Verfügung stehende Zeit und Arbeitskraft für eine so umfangreiche Arbeit nicht ausreicht. Ich habe mich desshalb entschlossen, nunmehr in einer Reihe von einzelnen Abhandlungen die Resultate meiner bisherigen Untersuchungen niederzulegen und hoffe, auch so einen brauchbaren Beitrag zur Kenntniss der Characeen zu liefern.

I. Die Wurzelknöllchen der Characeen.

I.

An den im Schlamm steckenden Theilen einiger Characeen treten kleine, doch schon makroskopisch wahrnehmbare Knöllchen von weisser Farbe und verschiedener Gestalt auf, welche schon früh die Aufmerksamkeit der Sammler und Beobachter erregt haben. In früheren Zeiten hielt man diese Knöllchen für Kalkausscheidungen [1]) und begnügte sich damit, ihr Vorhandensein in den Diagnosen zu erwähnen. Später erkannte man, dass die Knöllchen mit Stärkekörnern erfüllt sind, und Montagne [2]) machte es denn in einer Arbeit über die Knöllchen von Chara stelligera wahrscheinlich, dass diese Gebilde Brutknospen darstellen, welche zur vegetativen Erneuerung und Vermehrung der Pflanze dienen. Die späteren Arbeiten über die Knöllchen der Characeen, unter denen besonders einige Abhandlungen von Durieu de Maissonneuve[1]) und je eine Arbeit von Clavaud[2]) und Wahlstedt[3]) zu nennen sind, übertrugen das Resultat, welches Montagne für die Chara stelligera gewonnen hatte, auch auf andere mit Knöllchen versehene Arten, ohne im Allgemeinen die Kenntnisse über Bau, Entwickelung und Function der Knöllchen wesentlich zu fördern.

---

[1]) Ein schwedischer Botaniker hat sie in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts gar für Molluskeneier erklärt. Al. Braun schrieb 1835 von der Chara stelligera: Die Knoten der 6zähligen Quirle gehen am untern Theil der Pflanze in 6strahlige, weisse, steinerne Sterne über. Flora 1835 p. 55.

[2]) Ann. des sciences nat. 3 série XVIII p. 63.

Im fünften Band der zweiten Auflage von Rabenhorst's Kryptogamenflora hat in neuerer Zeit Migula, zugleich mit den Resultaten seiner eigenen Untersuchungen, kurz Alles zusammengefasst, was er über die Knöllchenbildung in der Litteratur fand. Ich denke, es wird den Leser am besten über den gegenwärtigen Stand der Frage orientiren, wenn ich Migula's Angaben an dieser Stelle kurz referire.

Migula unterscheidet zwischen einzelligen Wurzelknöllchen und mehrzelligen Bulbillen. Die ersteren Gebilde, welche beispielsweise bei Chara aspera vorkommen, sind aus einer einzigen kugeligen Zelle gebildet und stellen modificirte Wurzeln dar, die einzeln oder zu mehreren an kurzen Stielchen an einem Wurzelgelenk sitzen. Sie sind stärkeführende Reservestoffbehälter, welche den Winter lebend überdauern, während die übrige Pflanze abstirbt. Im Frühling entwickeln sich aus dem nächstgelegenen Wurzelgelenk und vielleicht auch aus dem Scheitel des Knöllchen neue Sprosse.

Die mehrzelligen, sternförmigen Bulbillen der Chara stelligera sind modificirte Stengelknoten, ihre Strahlen entsprechen den Blättern, meist sind deren sechs, seltener fünf oder sieben ausgebildet. Ausser den Strahlen, welche gewöhnlich aus zwei bis vier Zellen zusammengesetzt sind, enthalten die sehr regelmässig gebauten Sternchen noch einen mittleren Kranz von Zellen, welche die eigentliche Knotenzelle des Sprosses umgeben und einige der Zahl nach nicht genau bestimmte Zellen zwischen den Strahlen und zwischen den Zellen der einzelnen Strahlen. Die sternförmigen Bulbillen entstehen zu mehreren, an langen, schräg abwärts wachsenden Seitensprossen der unteren Stengelknoten. Bisweilen verzweigen sich diese Senksprosse, indem einzelne Zellen eines Knotens, welche normal zu Sternstrahlen werden, sich verlängern und durch Ausbildung von reservestoffhaltigen Knoten den Bau ihres Muttersprosses wiederholen. Die sternförmigen Brut-

---

1) Bull. de la soc. bot. de france 1859 p. 179 und 1860 p. 627.

2) Bull. de la soc. bot. de france 1863 p. 137.

3) Wahlstedt, Om Characeernas knoppar och öfvervintrind. Lund 1864.

knöllchen treiben im Frühling neue Sprosse, indem die Knotenzellen in den Achseln der Strahlen zu Zweigen auswachsen oder seltener, indem einzelne Strahlen eines Sternchens unter Bildung einer Scheitelzelle direkt zu neuen Sprossen werden.

Auch die mehrzelligen Bulbillen von unregelmässig erdbeerartiger Gestalt, welche bei Chara baltica und Chara fragifera beobachtet worden sind, erklärt Migula für modificirte Stengelknoten. Neben ihnen sollen bei beiden Arten auch einzellige Wurzelknöllchen vorkommen, welche in Bau und Ausbildung mit den vorhin erwähnten einzelligen Knöllchen der Chara aspera und andern übereinstimmen.

Gegenüber der ausführlicheren Mittheilung über die sternförmigen Brutknöllchen der Chara stelligera muss es auffallen, dass die Angaben über die einzelligen Wurzelknöllchen so wenig eingehend sind. Wir erfahren nicht, welche Zelle des Wurzelknotens es ist, die das Knöllchen liefert und wie das angebliche Stielchen der Knolle zu Stande kommt. Ueber die Entstehung der neuen Pflanze an den Knöllchen kann gleichfalls nur eine allgemeine Angabe gemacht werden, nur die Thatsache wird als feststehend berichtet. Der Gang der Entwickelung, welche aus einem Wurzelknoten neue Sprosse hervorgehen lässt, ist unbekannt. Ebenso sind über die erdbeerförmigen Bulbillen die Angaben sehr wenig ausführlich, wir erfahren ausser der mehr vermuthungsweise ausgesprochenen Ansicht, dass sie Sprossknoten seien, weder über ihren Bau noch über ihre Entwickelung etwas Näheres.

Zur Beantwortung der hier berührten Fragen habe ich eine Reihe von Untersuchungen angestellt; ich will im Folgenden versuchen, das Resultat derselben im Zusammenhang darzustellen.

Ich beginne meine Darlegung mit den einzelligen Bulbillen von Chara aspera, welche Al. Braun in seiner Arbeit über die Saftströme der Characeen[1]) als kümmerliche einzellige Blätter bezeichnet. Die Chara aspera ist eine weit verbreitete Pflanze, sie kommt in ganz Europa, im nördlichen Afrika und in Nordamerika vor. In Deutschland ist sie besonders in den Küstenländern und im südlichen Gebiet nicht selten. Ich fand die Art ausser an vielen andern bayerischen Standorten in Menge in einigen kleinen Teichen im Ueberschwemmungsgebiet der Isar nahe bei München und bei Grosshesselohe. Dieser Umstand machte es mir möglich, die Entwickelung und das Verhalten der Pflanze zu jeder Jahreszeit in der freien Natur

---

1) Monatsberichte der Akademie der Wissensch. Berlin, 17. Mai 1852.

zu beobachten und jeder Zeit lebendes Untersuchungsmaterial zu gewinnen. Ausserdem ist es nicht schwer, die Chara aspera im Glasgefäss zu cultiviren. Ich nehme die Gelegenheit, um einige allgemeine Bemerkungen über die Cultur der Characeen hier einzuschalten. Ich benütze für diese Culturen meist cylindrische Glasgefässe, welche 30 cm hoch und 25 cm breit sind. Der obere Rand ist rauh abgeschliffen und wird mit einer Glasplatte bedeckt. Auf den Boden des Gefässes wird eine 4 bis 5 cm dicke Schicht von gut gekochtem lockerem Torf gelegt und diese Schicht mit ziemlich grobkörnigem Quarzsand etwa 2 cm hoch überdeckt. Der Sand muss vorher gut ausgewaschen oder besser noch einige Stunden gekocht werden. Migula legt die Torfstücke auf den Sand, was wohl den gleichen Erfolg hat, aber nicht so gut aussieht.[1]) Für die Wasserfüllung habe ich mit gutem Erfolg filtrirtes Regenwasser verwendet. Wo es zur Verfügung steht, leistet nicht zu kalkhaltiges, klares Bach- oder Teichwasser ziemlich dieselben Dienste. In Berlin habe ich sogar in dem an organischen Stoffen sehr reichen Wasser des Landwehrkanals gute Culturen erzogen. Bisweilen kommt es dabei freilich vor, dass die Bacterien in den Gefässen überhand nehmen, was sich durch die leichte Trübung und den unangenehmen Geruch des Wassers augenblicklich verräth. In solchem Falle muss das Wasser rechtzeitig durch frisch filtrirtes ersetzt werden. Sehr häufig siedeln sich, besonders wenn man Bach- oder Teichwasser für die Culturen verwendet, an den Wänden des Gefässes und auch auf den cultivirten Characeen niedere Algen in so dichten Massen an, dass sie die Culturpflanzen wesentlich beeinträchtigen und man genöthigt wird, Abhilfe zu schaffen. Bei kräftigeren Characeen kann man eine grössere Wasserschnecke, etwa Limax paludosa, als Wasserpolizei in das Gefäss bringen, die dann die lästigen Eindringlinge nicht allzu kräftig werden lässt. Cultivirt man zartere Formen, so muss man sich durch Erneuern des Wassers und Abwischen der Glaswände zu helfen suchen, und mit der Pincette die Algenflocken so viel als möglich aus dem Characeenrasen herauszupfen. Am einfachsten ist es freilich, in weniger keimhaltigem Wasser eine neue Cultur anzusetzen. Zur Bepflanzung benutzt man bei Chara aspera am besten die im Winter oder Vorfrühling eingesammelten, vor Austrocknung bewahrten Wurzelknöllchen, welche vorsichtig in reinem Wasser ausgewaschen und möglichst von den anhängenden Sprossstücken befreit, einfach

---

1) Richter verwendete als Bodenfüllung für die Culturgefässe gut ausgefaulte Sumpferde. Flora 1894, p. 399.

in das Gefäss gesenkt werden. Bei andern Arten verwendet man abgeschnittene Sprossknoten, die auf den Sand gelegt oder oberflächlich in denselben eingescharrt werden können. Manche Arten sind ausserordentlich zählebig, jeder Sprossabschnitt regenerirt sich mit Leichtigkeit. So cultivire ich seit mehr als drei Jahren einen schönen Rasen von Nitella gracilis, welcher aus wenigen Sprossstücken erzogen worden ist, die mir in feuchtem Fliesspapier als Muster ohne Werth aus dem bayerischen Wald durch die Post zum Bestimmen übersandt worden waren. In andern Fällen gelingt der Anbau von Characeen im Glassgefäss bei der angegebenen Methode nicht so leicht, ohne dass sich sicher feststellen lässt, welche Umstände an dem Misserfolg die Schuld tragen. Oft bietet dann noch die Aussaat reifer Sporen ein Mittel zur Erlangung einer Cultur. Wenn man die Characeen im Glasgefäss aus Brutknöllchen oder Stengelinternodien erzieht, ist es vortheilhaft, das Gefäss von Anfang an mit Wasser bis wenige Centimeter unter dem Rande zu füllen, so dass die Gefässe längere Zeit, ohne dass man nachzufüllen braucht, unberührt stehen können. Wird eine Nachfüllung nöthig, so ist darauf zu achten, dass das hinzugefügte Wasser dieselbe Temperatur hat, wie das Wasser im Gefäss und dass durch das Einfüllen keine zu starke Bewegung in der Wassermasse erzeugt und das Wasser nicht getrübt wird. Man findet gewöhnlich angegeben, dass für die Aufstellung der Culturgläser mit Characeen am besten ein Zimmer mit Nordfenstern geeignet ist, und diese Angabe ist insofern richtig, als man an einem solchen Platz keinerlei Vorrichtungen zur Verhinderung der zu starken Erwärmung des Wassers und der zu grellen Beleuchtung durch direktes Sonnenlicht zu treffen braucht. Indessen kann man auch an jedem anders gerichteten Fenster bei einiger Vorsicht gute Culturen halten. In Pringheim's Laboratorium standen meine Culturen zum Theil unmittelbar vor einem Südfenster, das während der heissen Sommermonate durch einen weissen Vorhang verhängt war. Es handelte sich dort freilich nur um die verhältnissmässig leicht zu cultivirende Chara fragilis und Chara foetida. Wenn das Zimmer hell genug ist, so ist es ziemlich gleichgültig, ob man die Culturgefässe direct vor ein Fenster stellt oder ob dieselben einige Meter vom Fenster entfernt ihren Platz bekommen.

II.

Kehren wir nun zu Chara aspera zurück und suchen wir uns zunächst über den Bau der ausgewachsenen Knöllchen zu informiren.

Man findet die Knöllchen in der freien Natur zu jeder Jahreszeit an den im Schlamm steckenden Theilen der zierlichen Pflanzen vor. Besonders zahlreich sind dieselben während des Herbstes und Winters, indess fehlen sie auch im Sommer nicht gänzlich. Die Knöllchen erscheinen dem blossen Auge meist als weisse Kügelchen von etwa 1 mm Durchmesser oder als Spindeln, sie sitzen meist einzeln oder zu zwei bis drei, seltener zu vier, an zarten glashellen Fäden, welche an den untern Sprossknoten der Pflanzen entspringend, im Schlamme abwärts wachsen. Man bezeichnet diese Fäden bekanntlich als die Wurzeln der Characeen und unterscheidet sie von den Sprossen, abgesehen von der Wachsthumsrichtung und dem Mangel an Chlorophyll, hauptsächlich durch die Art der Zelltheilung oder besser durch die Richtung der ersten Theilungswand. Während im Spross die erste Theilungswand annähernd quer zur Längsrichtung der Centralzelle auftritt, ist die erste Theilungswand in der Endzelle einer Haarwurzel S-förmig gebogen und steht in ihrem mittleren Theil meist vollständig parallel zur Längsrichtung der Zelle, so dass, wie A. Braun sich ausdrückt, die aus der Theilung hervorgehenden Zellen zwei umgekehrt mit den Sohlen aneinandergelegten Füssen gleichen. Ich werde in einer späteren Abhandlung Gelegenheit haben, auf diesen angeblich durchgreifenden Unterschied zwischen Spross und Wurzel zurückzukommen. Hier begnügen wir uns mit dem Hinweis, dass unter normalen Verhältnissen das Vorhandensein der S-förmigen Theilungswand wohl als ein Charakteristikum für die Wurzel angesehen werden kann.[1]) An der Fussspitze der rückwärtsliegenden Theilzelle (nicht an der Ferse, wie versehentlich Migula angibt) entsteht nun durch weitere Zelltheilungen ein Verzweigungsknoten, aus dem die Seitenwurzeln hervorsprossen, welche dünner sind als die Hauptwurzel, im Allgemeinen aber die Bauverhältnisse derselben wiederholen.

Diese Verzweigungsknoten sind es auch, welche bei Chara aspera zugleich mit den Seitenwurzeln den Wurzelknöllchen den Ursprung geben. Häufig treten auch an den auf gleiche Weise zu Stande kommenden Verzweigungsknoten der Seitenwurzeln neben Seitenwurzeln höherer Ordnung einzelne Knöllchen auf.

Migula gibt an, dass die Wurzelknöllchen bei Chara aspera an kurzen Fädchen an einem Wurzelgelenk stehen und und bildet einen Fall ab, in welchem die gezeichneten Knöllchen zarte Stielchen besitzen, deren Länge etwa den Durchmesser eines Knöllchens erreicht. Ich habe diese Anordnungsweise nie angetroffen, vielmehr fand ich, dass

---

1) **Rabenhorst**, Kryptogamenflora Bd. V p. 9.

die Knöllchen stets unmittelbar und in derselben regelmässigen Weise an den Wurzelknoten angewachsen waren, so dass ich zu der Annahme gelangt bin, dass der von Migula beobachtete Fall, wenn anders nicht eine Sinnestäuschung dem sorgfältigen Beobachter einen Streich gespielt hat, nur eine äusserst seltene Ausnahme von der Regel darstellen kann.[1])

Um die Anheftungsweise der Knöllchen an dem Wurzelgelenk richtig zu verstehen, müssen wir uns zunächst daran erinnern, welche Theilungsvorgänge sich in der Knotenzelle des Wurzelgelenkes vollziehen. Die Fig. 1 stellt die aufeinanderfolgenden Stadien eines einfachen Falles von Wurzeltheilung bei Chara aspera dar. Die Abbildungen I bis III sind von der Seite, IV bis VI von vorne gesehen. Nachdem die schief gestellte, S-förmige Wand ausgebildet ist (I), entsteht (II) an der am weitesten abwärts reichenden Seite der älteren Zelle, welche also in dem von A. Braun gewählten Vergleiche der Fussspitze entspricht, unmittelbar über der Theilungswand eine Hervorwölbung. Nach einer weiteren mitotischen Theilung des Kerns der Zelle wird das vorgewölbte Ende durch eine schräge Wand, welche sich an die S-förmige Querwand ansetzt, von der Bodenzelle abgeschnitten (III). In andern Fällen ist diese Wand uhrglasförmig und schneidet, ohne die erste Wand zu berühren, eine linsenförmige Zelle von dem vorgewölbten Ende der oberen Fadenzelle ab. Die so entstandene Zelle theilt sich durch eine senkrechte Wand in eine rechte und eine linke Hälfte (IV). Jede der Hälften wird durch horizontal oder etwas schräg gerichtete Wände in einzelne Abschnitte zerlegt (V), von welchen die Entstehung seitlicher Organe ausgehen kann (VI).

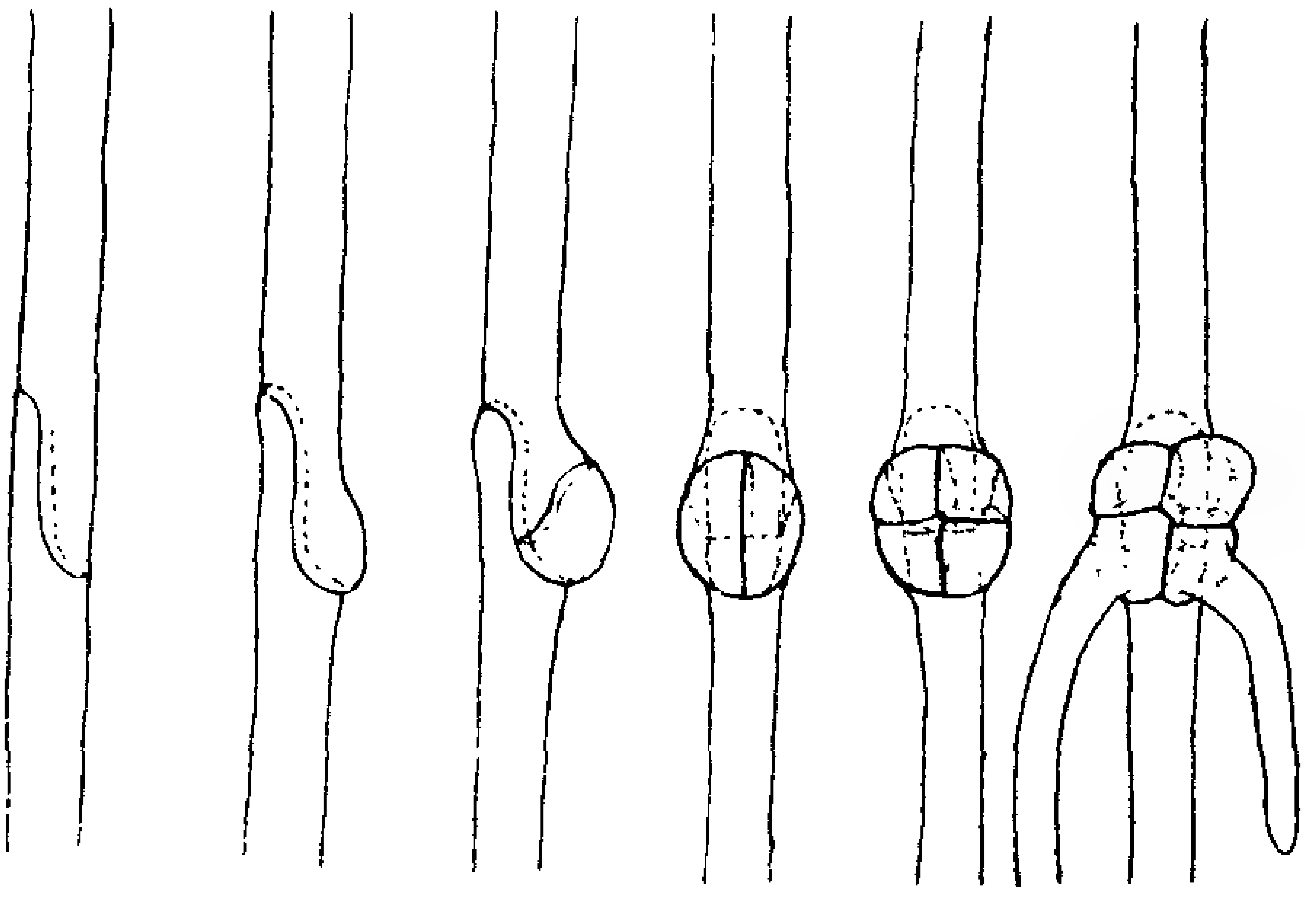


Fig. 1. Chara aspera. Aufeinanderfolgende Stadien bei der Ausbildung eines Wurzelknotens. 45/1.

---

[1]) Vergl. hierzu auch De Bary in Bot. Zeitg. 1875 p. 412.

Der in den Figuren dargestellte einfachste Fall, dass aus den Theilzellen der Knotenzelle direct wieder Seitenwurzeln hervorgehen, kommt an dünneren Wurzelfäden häufiger vor, ich werde in einer späteren Abhandlung noch Gelegenheit finden, auf diesen Punkt zurückzukommen. Gewöhnlicher tritt indess noch eine weitere Zertheilung der vier primären Knotenzellen ein; bei der Entstehung von Wurzelknöllchen ist das die ausnahmslose Regel.

Wir finden nämlich bei allen erwachsenen Knöllchen, gleichviel wie gross die Zahl derselben am einzelnen Wurzelknoten ist, zwischen der kugeligen oder spindelförmigen Zelle, in welcher die Stärkekörner abgelagert sind, und der Fadenzelle des Wurzelhaares eine Schicht von Knotenzellen eingeschaltet, deren Zahl und Anordnung nicht in allen Fällen übereinstimmt.

Bei der Kleinheit des Objectes und bei der durch die Stärkekörner bewirkten Erschwerung der Präparation war es nicht leicht, über die Anordnung der Zellen in dem Basalknoten der Knöllchen Aufschluss zu bekommen; ich habe Hunderte von Knöllchen geschnitten, bis es mit gelang, deutliche Präparate zu erlangen.

Ich will versuchen, an der Hand einiger nach der Natur gezeichneter Abbildungen die Sachlage zu erörtern. In Fig. 2 ist ein Präparat dargestellt, welches von einem Wurzelknoten mit nur einem kugeligen Knöllchen gewonnen wurde. Die mit Stärkekörnern erfüllte Zelle des Knöllchens ist bis auf ein kalottenförmiges Stück der Zellwand in der Nähe der Ansatzstelle fortgeschnitten und die Stärkekörner aus dem Reststück sind völlig herausgewaschen. Die Fig. 2 *A* zeigt uns das kalottenförmige Stück der Knöllchenzelle von aussen, F_I—F_{II} ist der Abschnitt des Wurzelfadens, welcher den Verzweigungsknoten trägt. In der Mitte des Fadenstückes ist die erste S-förmige Theilungswand erkennbar. Die Theilzellen des Verzweigungsknotens, welche nicht an der Knöllchenbildung theilgenommen haben, sind unter vielfachen Zelltheilungen zu einem maulbeerartigen Zellhaufen herangewachsen, von welchem einzelne Seitenwurzeln ausgehen. Die Zellen des Haufens enthalten keine Reservestärke. Fig. 2 *B* zeigt dasselbe Präparat um 180° gedreht, so dass man in die Höhlung des kalottenförmigen Abschnittes der Knöllchenzelle hineinblicken kann. Am Grunde der Knöllchenzelle, welche im Allgemeinen eine sehr dicke Wand besitzt, ist eine kreisförmig umschriebene dünnere Wandstelle sichtbar, welche die Verbindung der Knöllchenzelle sowohl mit der primären Knotenzelle, aus welcher sie hervorgegangen ist, als auch mit einzelnen Zellen des maulbeerartigen Zellhaufens darstellt. Die unmittelbar an der dünnen Wandstelle angrenzenden Zellen sind mit gelblichem körnerreichem Protoplasma dicht erfüllt, welches am frischen Präparat vielleicht nur infolge der Verletzung der Nachbarzelle das Phänomen der Rotation zeigte. Vacuolen sind in ihnen nicht sichtbar.

Nur selten ist die Zahl der Zellen, welche keine Stärke führen an dem Wurzelknoten, so gross wie in dem in Fig. 2 dargestellten Falle. Besonders wenn mehr als ein Knöllchen an einem Knoten sich entwickeln, lässt sich die Zahl und Anordnung der nicht zu Reservestoffbehältern werdenden Zellen des Knotens leichter übersehen. So stellt Fig. 3 einen Fall dar, in welchem an einem Wurzelknoten zwei Knöllchen von spindelförmiger Gestalt entwickelt waren. Aus der Stellung der Knöllchen ist ohne Weiteres zu ersehen, dass sie den beiden unteren der vier primären Abschnitte der Knotenzelle entsprechen. Aus den beiden oberen Abschnitten haben sich nur kleine Zellgruppen entwickelt. Die Verbindung der Knolle mit der Faden-

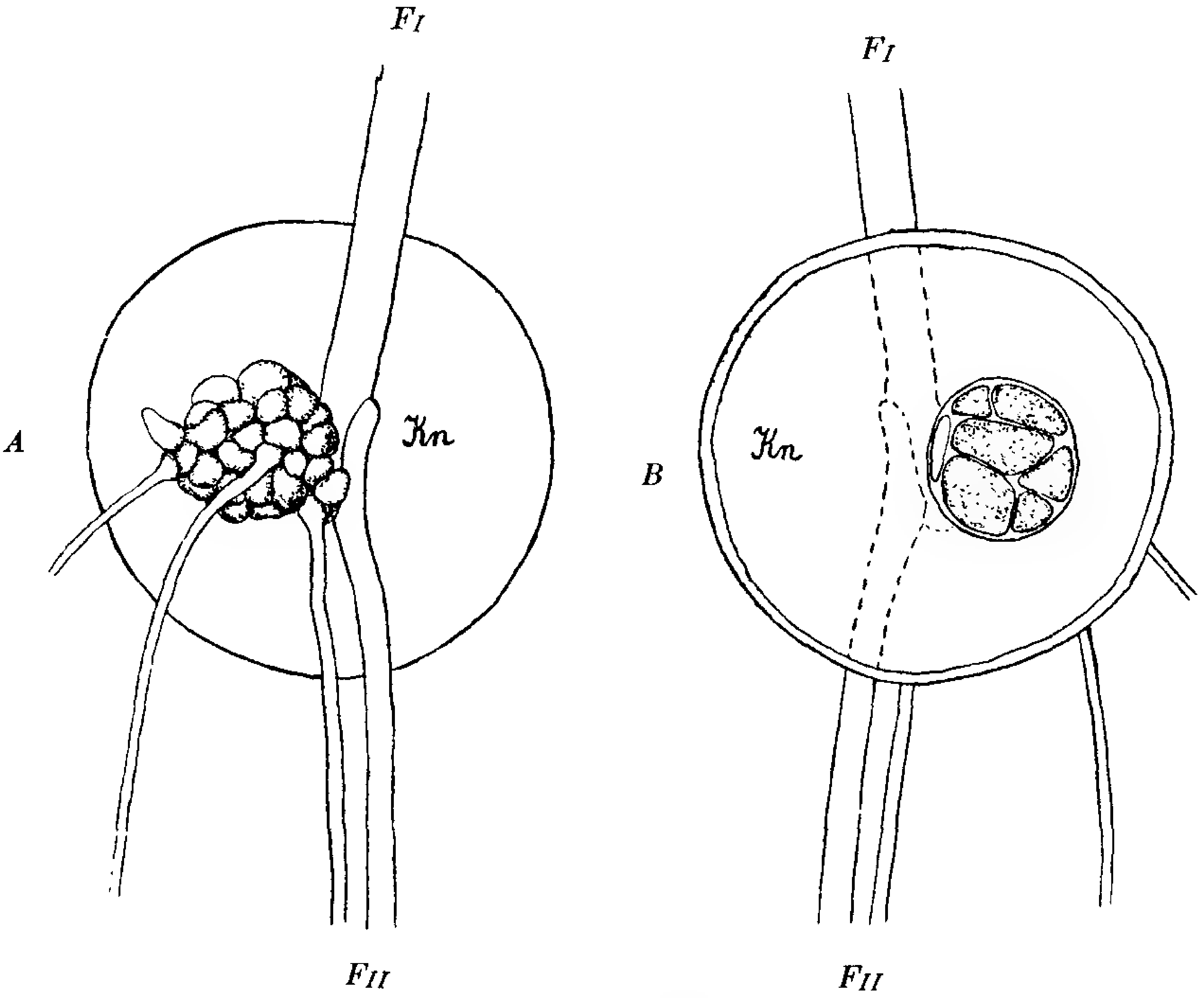


Fig. 2. Chara aspera. Wurzelfaden F_I–F_{II} mit dem kalottenförmigen Reststück eines theilweise fortgeschnittenen Knöllchens *Kn*. *A* von aussen, *B* von innen. 45/1.

zelle vermittelt jederseits eine einfache Schicht aus wenigen Zellen, von denen in der Figur eine an der Basis jedes Knöllchens sichtbar ist.

Die Zusammensetzung dieser Schicht an der Basis der Knöllchen ist, wie schon oben angedeutet wurde, nicht in allen Fällen gleichartig, indessen lässt sich ganz allgemein das Vorhandensein einer Centralzelle constatiren, welche die directe Verbindung zwischen der Fadenzelle und dem Knöllchen vermittelt und in welcher wenigstens zeitweise kleine Körner von transitorischer Stärke nachgewiesen werden können. Neben dieser den Rest der primären Knotenzelle darstellenden Centralzelle liegen einige Zellen, welche als Tochterzellen der ersteren anzusehen sind. Am besten lässt sich die Sachlage an Längs- und Querschnitten durch die Basis der Knöllchen übersehen.

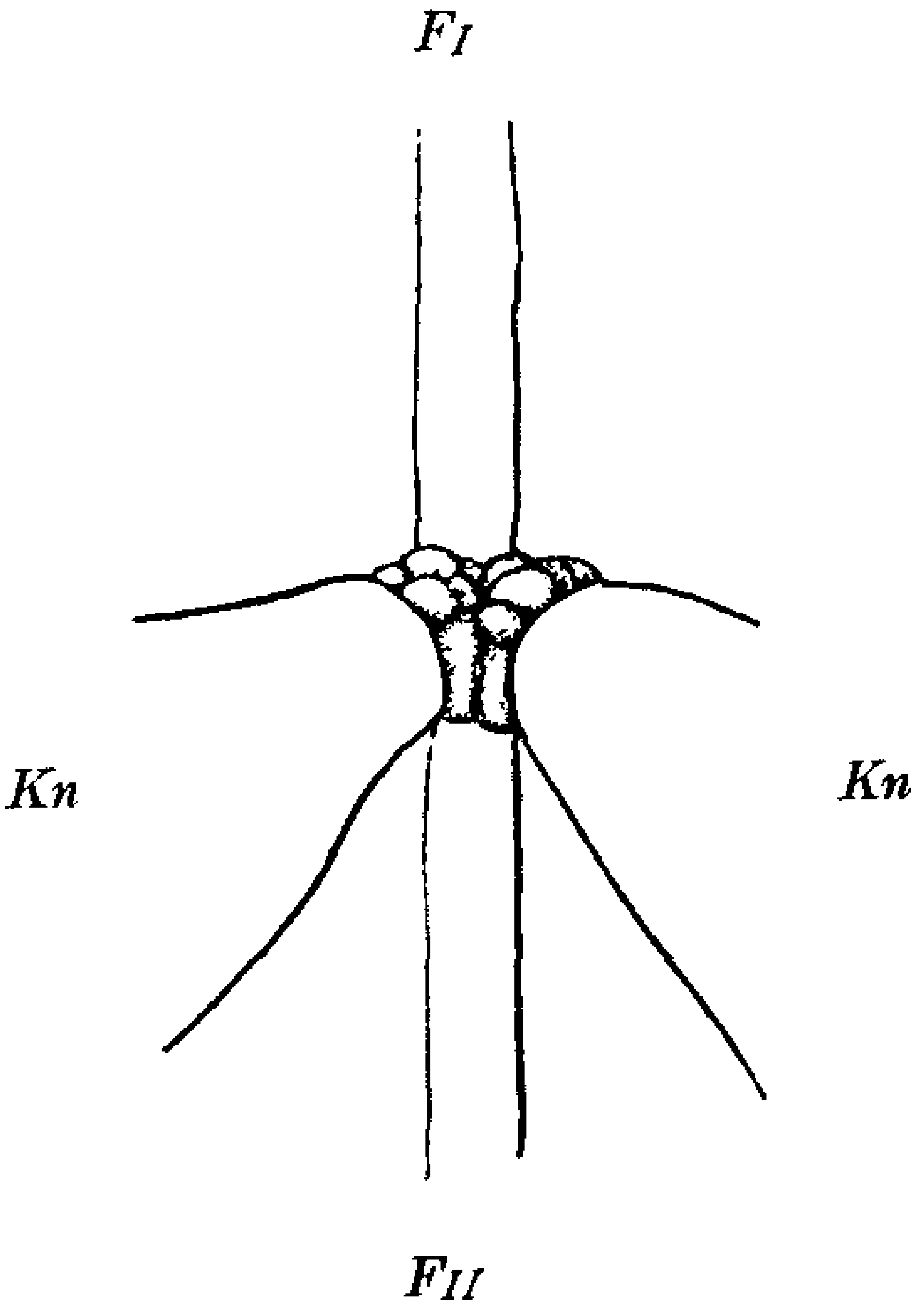


Fig. 3. **Chara aspera.** Wurzelfaden F_I F_{II}, welcher an seinem Knoten zwei spindelförmige Knöllchen *Kn* trägt. 45/1.

Fig. 4 *A* stellt einen Längsschnitt durch die Basis eines kugeligen Knöllchens dar. Von den fünf Zellen, welche zwischen dem Knöllchen und der Fadenzelle liegen, ist die grösste, in der Figur mit P bezeichnete die Centralzelle, d. i. der Rest der primären Knotenzelle, aus welcher sich das Knöllchen entwickelt hat. Die darunter liegende kleinere Zelle ist eine von den wenigen seitlichen Abkömmlingen der primären Knotenzelle. Die drei übrigen Zellen sind aus einer andern primären Knotenzelle, welche kein Knöllchen bildete, hervorgegangen. In Fig. 4 *B* ist ein Querschnitt durch einen Wurzelknoten gezeichnet, an welchem nur ein einziges Knöllchen entwickelt war. F_I ist die Zelle des Wurzelfadens, welche den Verzweigungsknoten entwickelt hat. F_{II} ist ein kurzes, der Fusspitze entsprechendes Stück der nächst unteren Fadenzelle, zwischen beiden die S-förmige Wand im Querschnitt. In der Zellgruppe zwischen dem Knöllchen und der Fadenzelle erkennen wir auch hier leicht in der Centralzelle P den Rest der primären Knotenzelle, die rechts davon liegende Zellgruppe gehört der benachbarten primären Knotenzelle an, während die links liegenden Zellen S, S', S'' die seitlichen Tochterzellen derselben primären

Knotenzelle sind, aus welcher sich das Knöllchen entwickelt hat. Die Centralzelle *P* bleibt, soweit meine Erfahrung reicht, in der Folge ungetheilt und ist keiner weiteren Entwickelung fähig, während die seitlichen Tochterzellen der primären Knotenzelle sich weiter theilen oder direct zu seitlichen Organen auswachsen können.

Wenn wir unsere Betrachtung auf die Abkömmlinge einer einzelnen primären Knotenzelle beschränken, so können wir die Zellanordnung hier etwa mit der Zellanordnung im Blatt einer Chara vergleichen. Wie dort zwischen zwei Internodien eine Gruppe von Knotenzellen liegt, welche aus einer nicht weiter entwickelungsfähigen Centralzelle und einem Kranz seitlicher weiter wachsthumsfähiger Zellen besteht, so folgt auch hier auf die einem Internodium entprechende Fadenzelle der Wurzel zunächst ein Knoten, bestehend aus einer centralen ausgewachsenen Zelle *P* und einigen entwickelungsfähigen seitlichen Zellen *S*. Die Stärke führende Zelle des Knöllchens selber müssen wir dementsprechend als eine Internodialzelle ansehen.

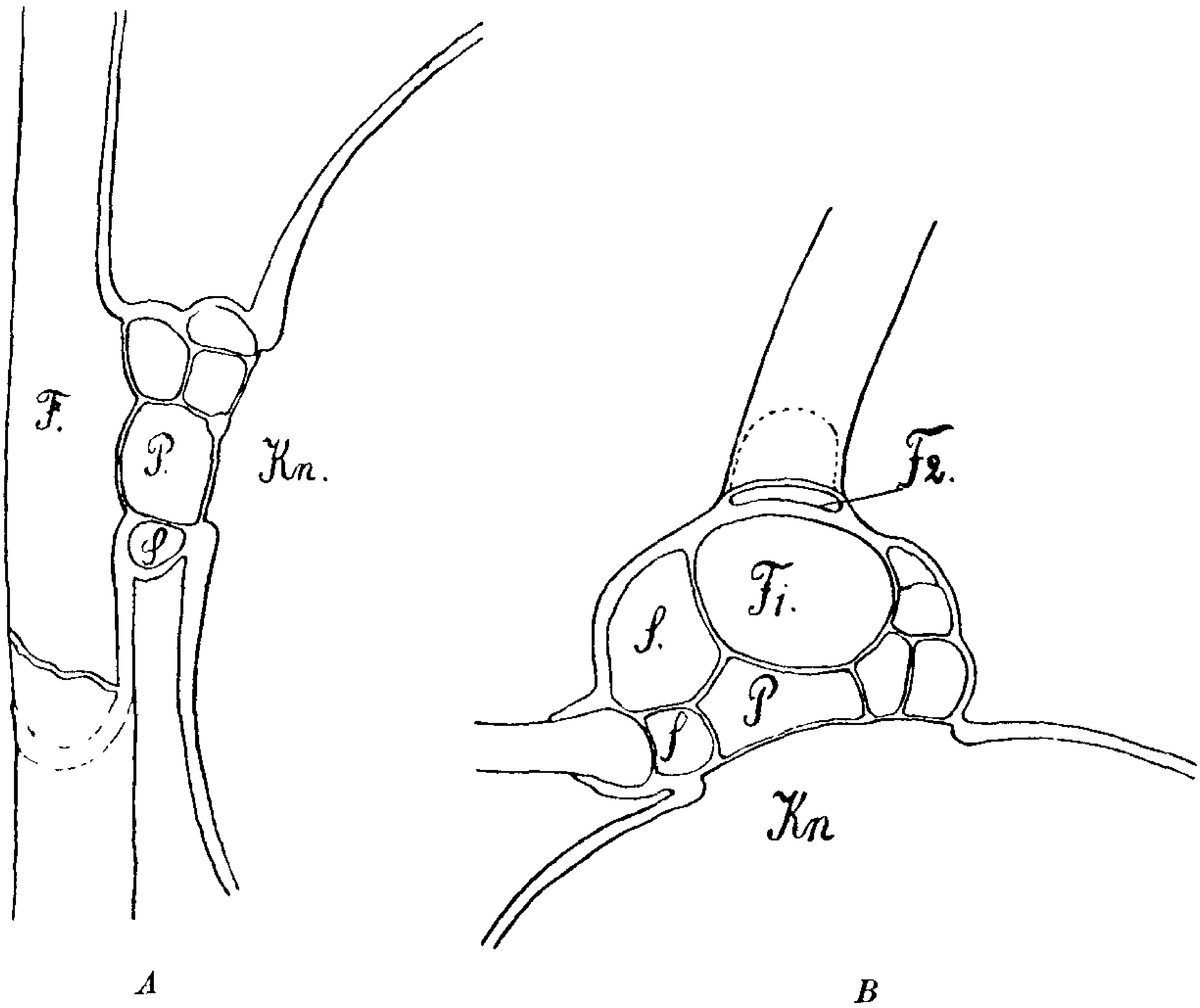


Fig. 4. Chara aspera. *A* Längsschnitt, *B* Querschnitt eines Wurzelknotens, welcher ein Knöllchen trägt, *Kn* Knöllchen, *F* Fadenzelle, welche den Knoten trägt, *P* Centralzelle, *S* peripherische Knotenzellen. 110/1.

Bevor wir zur Besprechung der Eigenschaften dieser Internodialzelle übergehen, haben wir noch auf eine Beziehung zwischen der Zahl und der Stellung der Knöllchen an den Wurzelknoten einen Blick zu werfen. Wir haben gesehen, dass bei der ersten Theilung des Wurzelknotens vier primäre Knotenzellen gebildet werden (vergl. Fig. 1, V.), von denen jede den Ausgangspunkt für die Entstehung eines Knöllchens darstellen kann. Die vier Knotenzellen sind indess nicht in gleichem Grade für die Knollenbildung disponirt. Am meisten begünstigt sind offenbar die beiden unteren; denn wenn nur ein oder zwei Knöllchen an einem Wurzelknoten vorhanden sind, so sind dieselben stets aus den unteren Knotenzellen hervorgegangen, erst wenn drei oder vier Knöllchen gebildet werden, können auch die beiden oberen primären Knotenzellen an der Ausbildung theilnehmen, und häufig erkennt man, wie in dem in Fig. 5 dargestellten Falle, auch dann an der Grösse der Knöllchen leicht, dass die unteren primären Knotenzellen hinsichtlich ihrer Versorgung mit Reservestärke die Meistbegünstigten sind. Uebrigens kommt häufig genug der Fall vor, dass, selbst wenn drei oder mehr Knöllchen am Wurzelgelenk vorhanden sind, die beiden oberen Knotenzellen von der Ausbildung der Reservestoffbehälter keinen Antheil haben. Ein solcher Fall ist in Fig. 6 dargestellt. Dort ist neben zwei annähernd kugeligen ein fast cylindrisches Knöllchen vorhanden, welches direct aus dem Basalknoten eines der ersteren entspringt. In Fig. 6a ist ein Präparat gezeichnet, an welchem der Ursprung eines solchen secundären

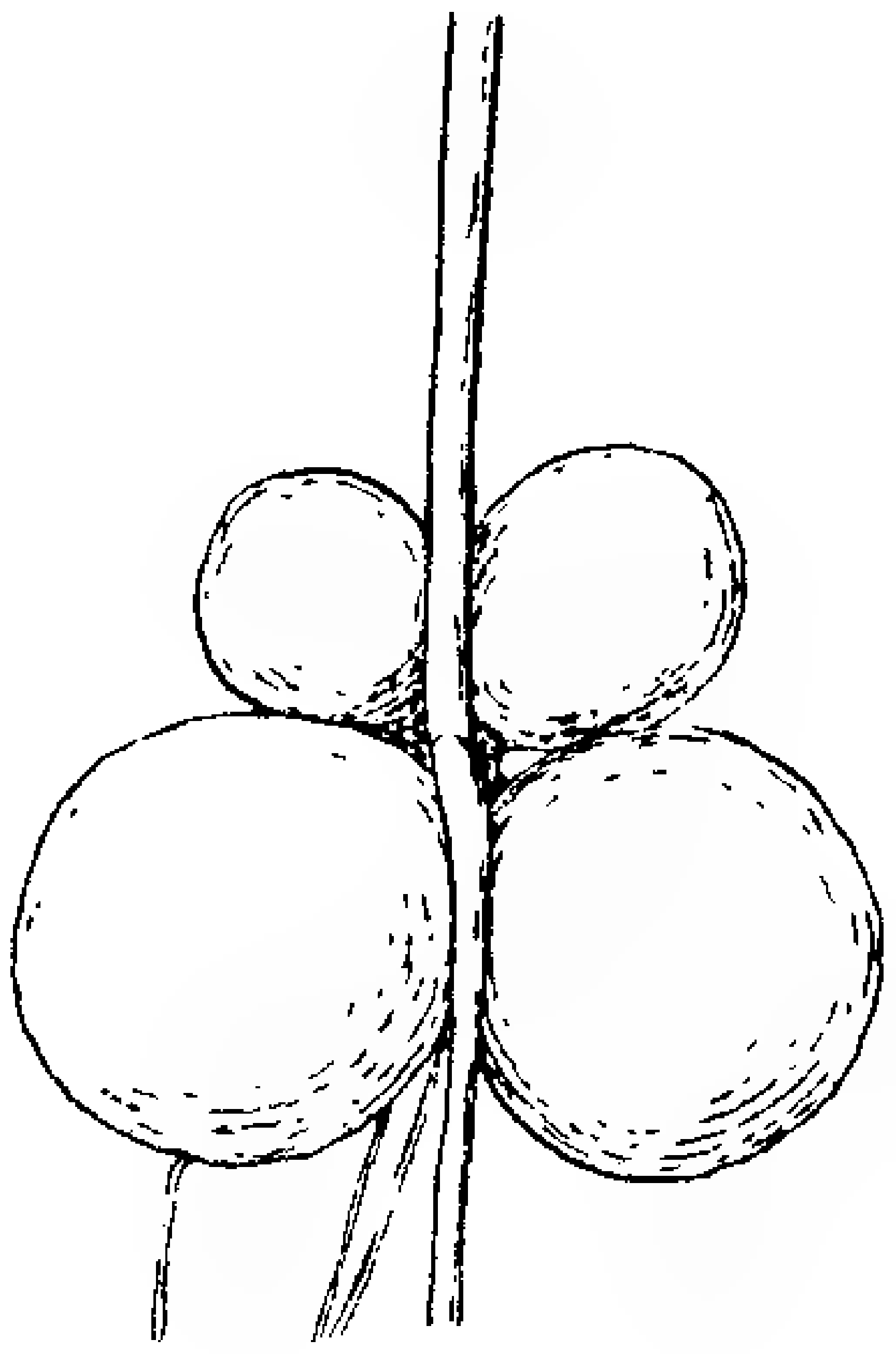


Fig. 5. Chara aspera. Wurzelknoten mit vier Knöllchen. 15/1.

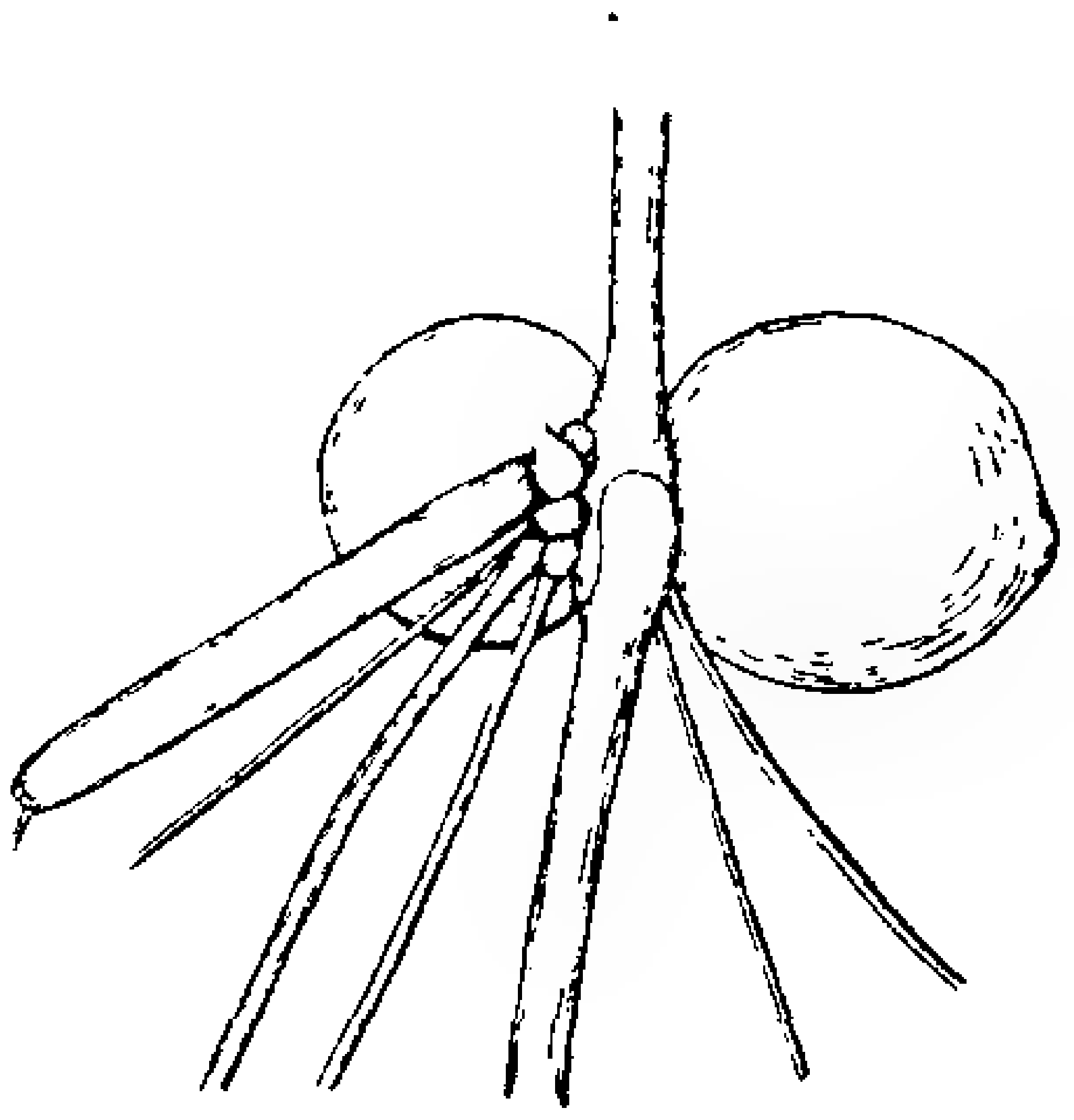


Fig. 6. Chara aspera. Wurzelknoten mit zwei kugeligen und einem cylindrischen Knöllchen. 22/1.

Knöllchens ohne Weiteres ersichtlich ist. Das Präparat wurde dadurch gewonnen, dass das Knöllchen *AK* durch einen schrägen Schnitt zugleich von der Fadenzelle der Wurzel und von dem Basalknoten einer benachbarten Knolle getrennt wurde. Man sieht also in der Figur ausser dem kalottenförmigen Stück der Knollenmembran *AK* nur die Zellen des Basalknotens der Knolle selbst. Unter ihnen ist *P* der Rest der primären Knotenzelle, also die Centralzelle, *S* S_1 sind die seitlichen entwickelungsfähigen Zellen, von denen die eine S_1 zu einem kleinen spindelförmigen Knöllchen erwachsen ist, in welchem schon die Ablagerung der Reservestärke begonnen hat. Der Fall, dass an einem Wurzelknoten mehr als vier Knöllchen entwickelt werden ist verhältnissmässig selten. Selbstverständlich müssen dann immer ein oder einige Knöllchen secundär aus den Basalknoten anderer Knöllchen entstanden sein.

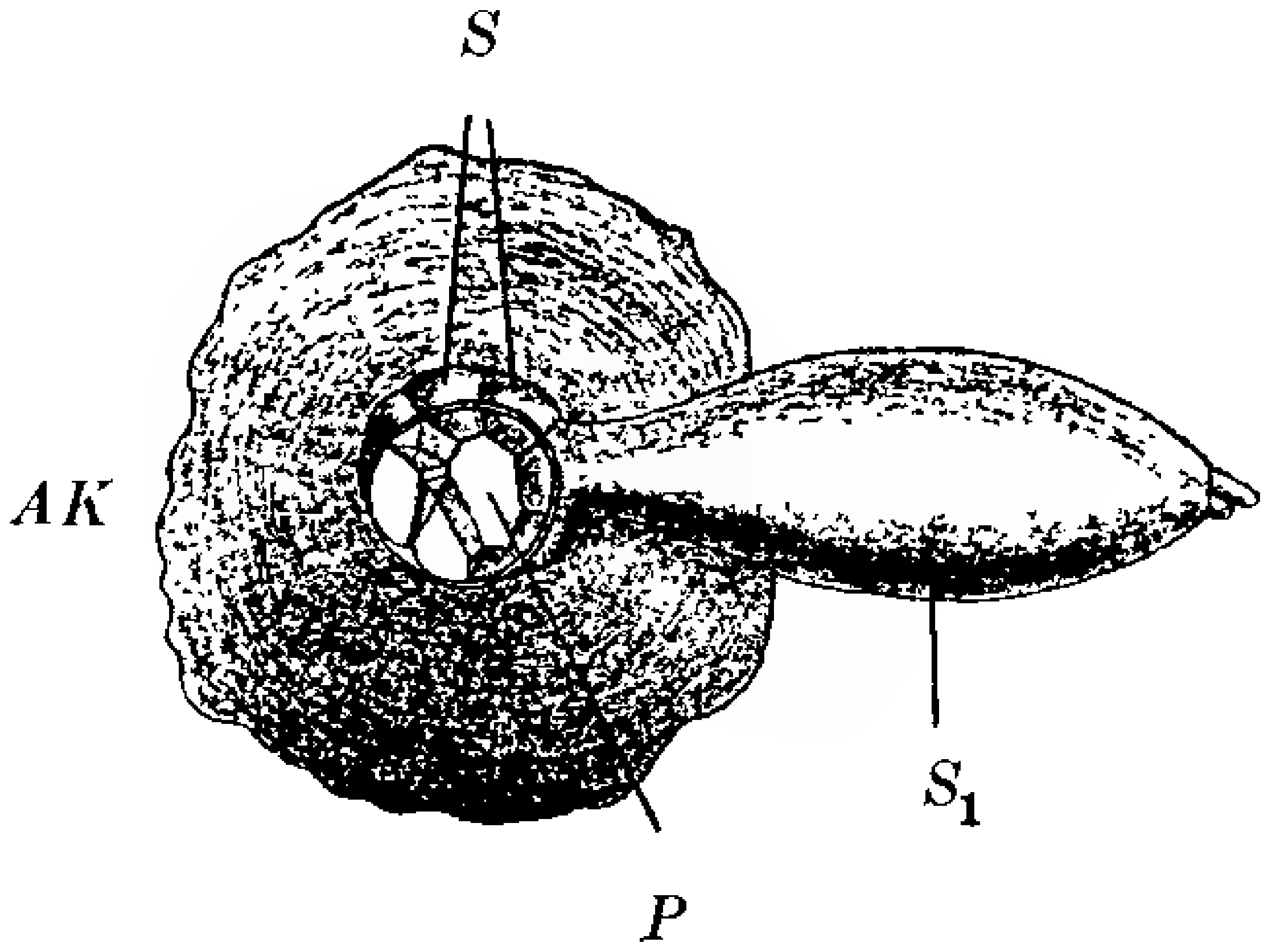


Fig. 6a. Chara aspera. Theil eines an der Basis abgeschnittenen Knöllchens *AK*. *P* die Centralzelle des Knotens, *S* S_1 peripherische Knotenzellen, S_1 junges Knöllchen. 55/1.

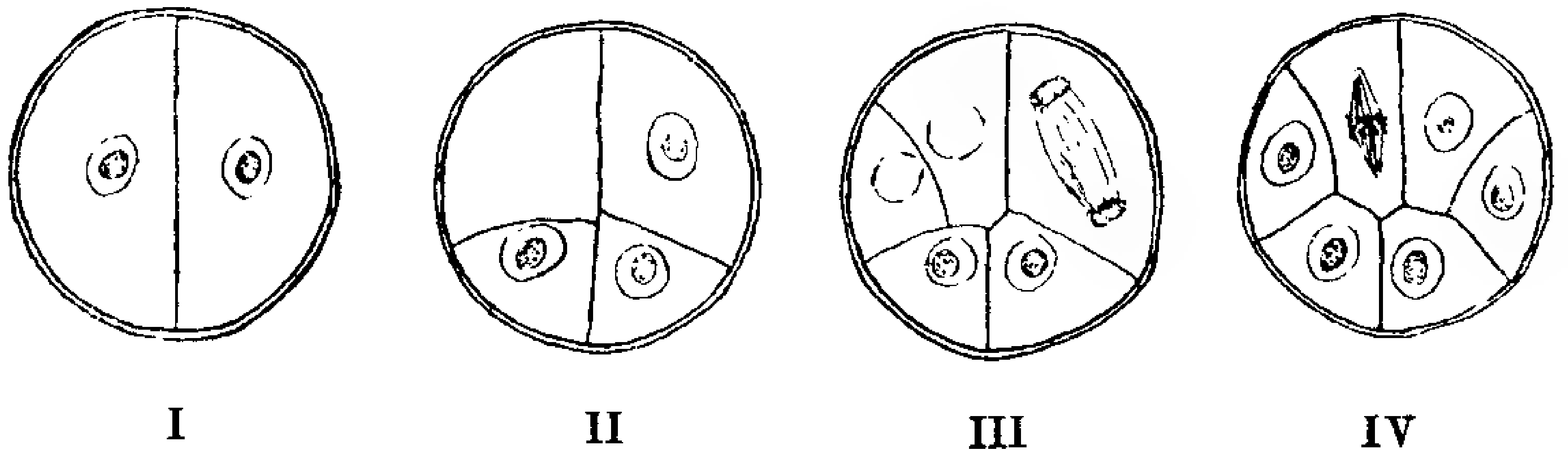


Fig. 7. Chara aspera. Querschnitt durch junge Sprossknoten. I—IV aufeinanderfolgende Theilungsstadien.

Der Umstand, dass die primären Knotenzellen für die Weiterentwickelung in bestimmter, von der Zelltheilungsfolge abhängiger Weise verschieden veranlagt sind, gibt uns Veranlassung, die Theilung des Wurzelknotens und die Entstehung der vier primären Knotenzellen mit der Theilung und Entwickelungsfolge der Sprossknoten von Chara in Beziehung zu setzen. Nachdem von der Scheitelzelle an der Sprossspitze eine neue Zelle abgegrenzt worden ist, theilt sich die letztere bekanntlich durch eine uhrglasförmig nach oben gewölbte Wand in eine nach der Scheitelzelle hin gelegene Knotenzelle und in eine Internodialzelle, welch letztere keine weiteren Theilungen mehr erfährt. Verfolgen wir nun die weitere Entwickelung der Knotenzelle, so zeigt sich, dass zuerst in allen Fällen eine Längswand entsteht, welche die Knotenzelle annähernd genau halbirt (Fig. 7 I). Diese Längswand entspricht der Längswand in der Knotenzelle am Wurzelgelenk, welche in Fig. 1 IV auf Seite 388 dargestellt ist. In dem Sprossknoten entstehen darauf bald nach einander zwei Wände, je eine in jeder Hälfte, durch welche von den halbkreisförmigen Theilzellen des Knotens zwei Zellen abgeschnitten werden, wie es Fig. 7 II zeigt. Von diesen beiden Zellen ist immer die zuerst entstandene, in der Figur vorne rechts liegende Zelle die bei der Weiterentwickelung meist begünstigte, aus ihr geht der Basalknoten des normalen Achselsprosses hervor. Aus der andern Zelle entwickelt sich das grösste Blatt des Knotens, während aus den Restabschnitten der Knotenhälften die übrigen Blätter entstehen. Das in Fig. 7 II dargestellte Theilungsstadium entspricht also ganz dem Theilungsstadium des Wurzelknotens in Fig. 1 V, nur ist in dem Sprossknoten der Restabschnitt der Knotenhälfte bedeutend grösser als die abgeschnittene primäre Knotenzelle und erfährt dementsprechend, wie Fig. 7 III und IV zeigen, noch weitere Theilungen; während in dem Wurzelknoten, wenigstens in vielen Fällen, die bei der Entstehung der untern Knotenzellen auftretenden Theilungswände die Knotenhälften annähernd halbiren, so dass die Reststücke ohne weitere Theilung direct als primäre Knotenzellen sich verhalten. Dass aber auch hier die nach vorne abgeschnittenen Zellen für die Weiterentwickelung bevorzugt sind, haben wir aus ihrem Verhalten bei der Ausbildung von Reservestoffbehältern erkennen können.

Die Knöllchen der Chara aspera werden eigentlich mit Unrecht als einzellig bezeichnet. In Wirklichkeit enthält das kugelige oder spindelförmige Gebilde, als welches sich das einzelne Knöllchen makroskopisch darstellt, ausser der mit Reservestoffen erfüllten Internodialzelle noch eine Gruppe kleiner Zellen an der der Basis gegenüberliegenden Seite, welche nur wenig über die Kugeloberfläche hervorragen. Richten wir unser Augenmerk zunächst auf die Stärke führende Internodialzelle des Knöllchens, so finden wir dieselbe im ausgewachsenen Zustande mit einer stark verdickten Zellwand umgeben, welche auf dem Querschnitt deutliche Schichtung erkennen lässt. Jod und Schwefelsäure geben nur bei längerer Einwirkung der Säure vorwiegend in den innersten Membranschichten eine schwach bläuliche Färbung. Während die Innenseite der Wand völlig glatt ist, erscheint die Aussenfläche derselben durch sehr zahlreiche Risse uneben. Die Richtung der Risse ist vorwiegend parallel der Richtung von der Basis des Knöllchens zur Spitze. Mikrotomschnitte der Wand lassen erkennen, dass die Risse durch mehrere der äussern Schichten der Zellwand nach innen reichen, niemals aber bis zur Hälfte der Wanddicke nach innen vordringen. Da an den jugendlichen, noch nicht zur definitiven Grösse herangewachsenen Knöllchen die Wand auch aussen völlig glatt ist, so muss die rissige Beschaffenheit der äussern Wandschichten dadurch zu Stande kommen, dass die älteren Wandschichten, nachdem sie von neugebildeten von innen her überlagert worden sind, der durch das Wachsthum des Zellinhaltes ausgeübten Dehnung nicht mehr nachzugeben vermögen, sondern quer zur Richtung der grössten Spannung, d. i. in der Meridianrichtung, an zahlreichen Stellen einreissen.

Den der Menge nach vorwiegenden Inhaltsbestandtheil bildet in der erwachsenen Internodialzelle des Knöllchens die Stärke, welche in Form rundlicher, scheibenartig abgeflachter Körnchen abgelagert ist (s. Tafel X Fig. 11). Die grössten Stärkekörner erreichen eine Länge bis zu 0,15 mm; neben ihnen finden sich alle Abstufungen bis herab zu den kleinsten Körnchen. An den grösseren Körnchen erkennt man leicht eine concentrische Schichtung, welche, ähnlich wie bei der Vicieenstärke, um einen länglichen, am trockenen Stärkekorn als rissige Höhlung erscheinenden Kern angeordnet ist. Die weitaus grösste Mehrzahl der Körner ist einfach und sehr vereinzelt finden sich meist kleinere Körnchen, welche zwei Schichtencentren aufweisen, also Zwillingsbildungen sind, oder grössere Körner, denen wie bei manchen Körnern der Sagostärke kleinere Theilkörner aufsitzen.

An den Stärkekörnern frischer Knöllchen lässt sich in Jod-Jodkalium leicht eine zarte gelbgefärbte Hülle nachweisen, welche den Körper der Leucoplasten darstellt. Bringt man frische Stärkekörner in Wasser, so sieht man gelegentlich den Leucoplasten aufquellen und sich als hyaline Blase von dem Körper des Stärkekorns abheben. Nach kurzer Zeit platzt die Blase und entlässt mit einem Ruck das Stärkekorn. In der gänzlich mit Stärke erfüllten Zelle ist der Protoplasmaleib wabenartig zwischen den Stärkekörnern ausgebreitet. Es gelang mir nicht, mit Sicherheit zu constatiren, ob nur ein einziger Zellkern vorhanden ist, oder ob, wie sonst in den Internodialzellen, eine Fragmentation des Kernes stattgefunden hat.

Die Zellengruppe, welche an dem der Basis gegenüberliegenden Ende des Knöllchens gelegen ist, entspricht ihrer Natur nach einem Verzweigungsknoten, in welchem sich im Allgemeinen die Zelltheilungsfolge in gleicher Weise abspielt wie in dem primären Verzweigungsknoten des Wurzelfadens. Fig. 8 *B* zeigt einen nicht gerade selten vorkommenden Fall von Zellanordnung in der apicalen Zellengruppe des Knöllchens. In der einen Zelle, welche den Ursprung der ganzen Gruppe bildete, ist eine Halbirungswand aufgetreten, in jeder Tochterzelle hat eine weitere Theilung stattgefunden, so dass vier Knotenzellen entstanden. Die beiden unteren derselben haben schon weitere Theilungen erfahren, indem an der Spitze eine Scheitelzelle abgeschnitten wurde, welche in der Figur nicht sichtbar ist; und indem das als Knoten bleibende Stück in eine nicht weiter entwickelungsfähige Centralzelle und in eine Randzelle getheilt wurde, welch letztere als Ausgangspunkt für die Entstehung von seitlichen Organen dienen kann. Figur 8 *A* stellt einen Fall dar, in welchem nur die erste Theilungswand in der Knotenzelle aufgetreten war. Die eine der Tochterzellen hatte sich, was aus der Figur nicht ersichtlich, direct weiter entwickelt, indem an der auswachsenden Zelle eine Scheitelzelle abgegrenzt war, aus welcher sich ein neuer Verzweigungsknoten entwickelt hatte, dem einige Haarwurzeln entsprangen, während die Scheitelzelle selbst für spätere Entwickelung disponibel war. Endlich ist in Fig. 8 *C* ein Fall gezeichnet, in welchem die beiden Theilhälften des an der Spitze des Knöllchens liegenden Knotens ungleich ausgebildet waren. Die in der Figur nach rechts gelegene Hälfte hat nur wenige Theilungen erfahren, die aus ihr hervorgegangenen Zellen sind zu Wurzelhaaren ausgewachsen. Die andere Seite des Knotens zeigt dagegen eine grössere Anzahl von Theilungswänden, durch welche dieselbe in drei primäre Knotenzellen zerlegt wurde, von denen die beiden äusseren nach Ausbildung einer Scheitelzelle schon wieder in bekannter Weise in eine centrale Zelle und in seitliche Zellen getheilt sind.

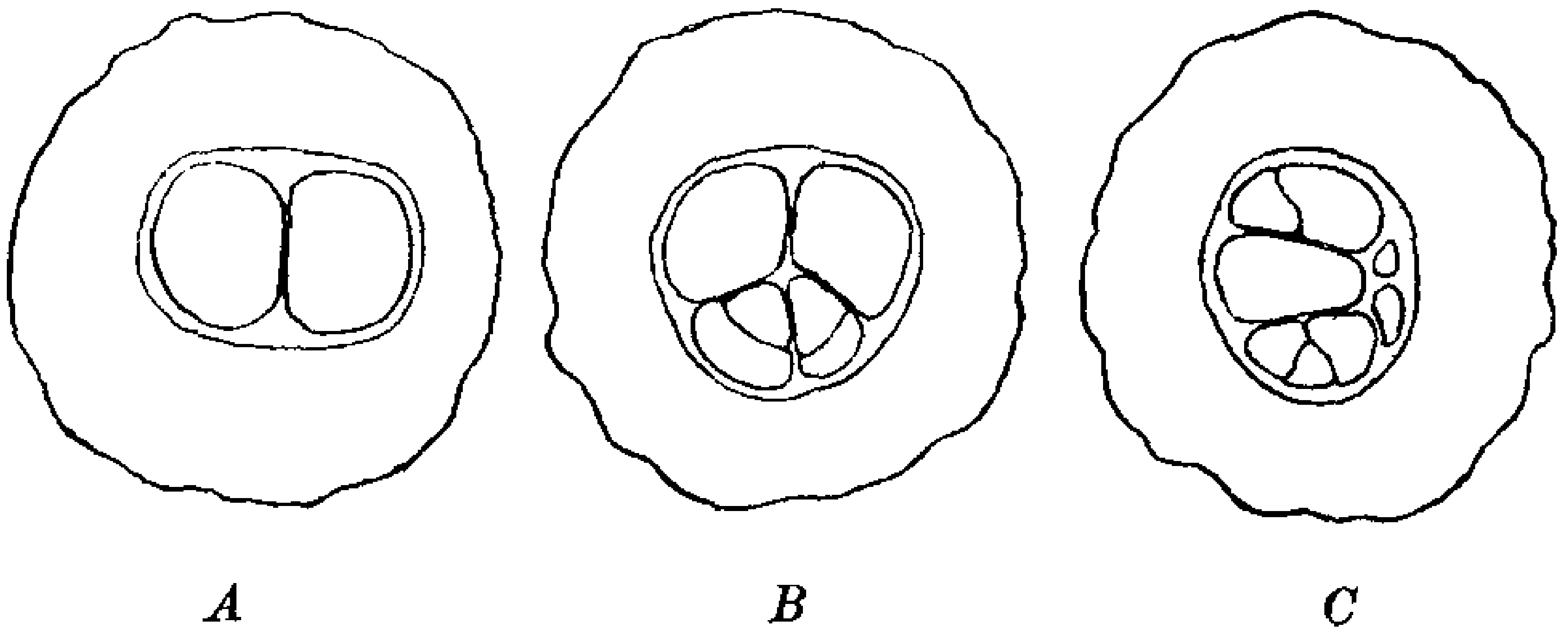


Fig. 8. Chara aspera. Verschiedene Fälle der Zellanordnung in der apicalen Zellgruppe eines Knöllchens. 82/1.

Die Wandstelle, durch welche die apicalen Knotenzellen von der stärkehaltigen Zelle des Knöllchens getrennt werden, ist ebenso wie die Wandstelle an der Basis des Knöllchens unverdickt. Da die Knotenzellen nur flach sind, so ragen sie wenig über die äussere Oberfläche der Knöllchenzelle hervor und da andererseits ihre nach aussen liegende Wand fast ebenso stark verdickt ist als die Wand des Knöllchens, so gewinnt man auf Längsschnitten des Knöllchens den Eindruck, als ob die Zellen des apicalen Knotens gewissermassen in die Wand des Knöllchens eingebettet sind, wie das die Fig. 13 auf Tafel X erkennen lässt. Die Figur wurde nach einem Mikrotomschnitt gezeichnet. Die grössere Zelle links ist die Knotenzelle, nach aussen hin ist von derselben bereits eine Scheitelzelle abgeschnitten, eine weitere Theilungswand der Knotenzelle ist in dem Schnitt nicht getroffen.

Das Knöllchen, von welchem das in der Fig. 13 der Tafel X dargestellte Präparat gewonnen wurde, war frühzeitig im Herbst eingesammelt, und es mag damit in Zusammenhang stehen, dass die apicale Zellgruppe noch so wenig entwickelt war. In andern Fällen ist die Zahl der Zellen in der Gruppe am Knöllchenscheitel bedeutend grösser, wie das ja aus den Flächenansichten in Fig. 8 auf Seite 397 schon hervorgeht. Sehr häufig haben sich einzelne seitliche Zellen zu Wurzeln entwickelt, so dass das aus dem Schlamme gezogene Knöllchen an seinem Scheitel ein Haarbüschel trägt. Man könnte die Entstehung von Wurzeln aus dem Scheitel des Knöllchens schon als ein Moment der Keimung ansehen. Da indess aus den an der Knöllchenbasis liegenden Zellgruppen, wie wir früher gesehen haben, Haarwurzeln entspringen, welche die nöthige Wasserzufuhr zum Knöllchen vermitteln können, so ist die Wurzelbildung am Scheitel nicht unbedingt für die Weiterentwickelung erforderlich. Ich habe mehrfach keimende Knöllchen untersucht, welche am Scheitel zunächst nur Sprossanlagen entwickelten.

Für die Entstehung seitlicher Organe sind, wie wir gesehen haben, Zellen in grösserer Anzahl disponibel, nämlich zunächst die Zellen an der Basis des Knöllchens mit Ausnahme der einen, die wir, entsprechend der Braun'schen Bezeichnungsweise, als Centralzelle bezeichnet haben, sodann die Scheitelzellen und seitlichen Knotenzellen der apicalen Gruppe. Zum Theil werden diese Zellen für die Wurzelbildung verwendet, zum Theil aber bilden sie den Ursprung von Sprossanlagen, welche im Frühling hervortretend die Pflanze regeneriren.

Gewöhnlich entstehen an jedem Knöllchen mehrere Sprossanlagen, wobei die Zellen des basalen Knotens bevorzugt erscheinen. Indessen können auch die Vegetationspunkte an der Spitze des Knöllchens Sprossanlagen liefern, wie das aus der nach der Natur gezeichneten Fig. 9

ohne Weiteres ersichtlich ist. Die Sprossanlagen stellen sich in allen Fällen nach Form und Entwickelungsgang als Zweigvorkeime dar, die sich indessen wie es scheint, von den bei der Sporenkeimung entstehenden Vorkeimen durch ihr Verhalten unterscheiden. Al. Braun gibt nämlich an, dass bei Chara aspera, im Gegensatz zu andern Arten, der Vorkeimquirl gewöhnlich unausgebildet bleibt und weder Blätter, noch Sprosse hervorbringt, während der einzige Spross zweiter Generation vom Wurzelknoten erzeugt wird. Ich fand dagegen bei den aus Knöllchen erwachsenen Sprossen den Vorkeimquirl normal entwickelt mit einem oder gelegentlich zwei Sprossen zweiter Ordnung; daneben erwuchs meistens aus dem Wurzelknoten ein weiterer Spross zweiter Ordnung.

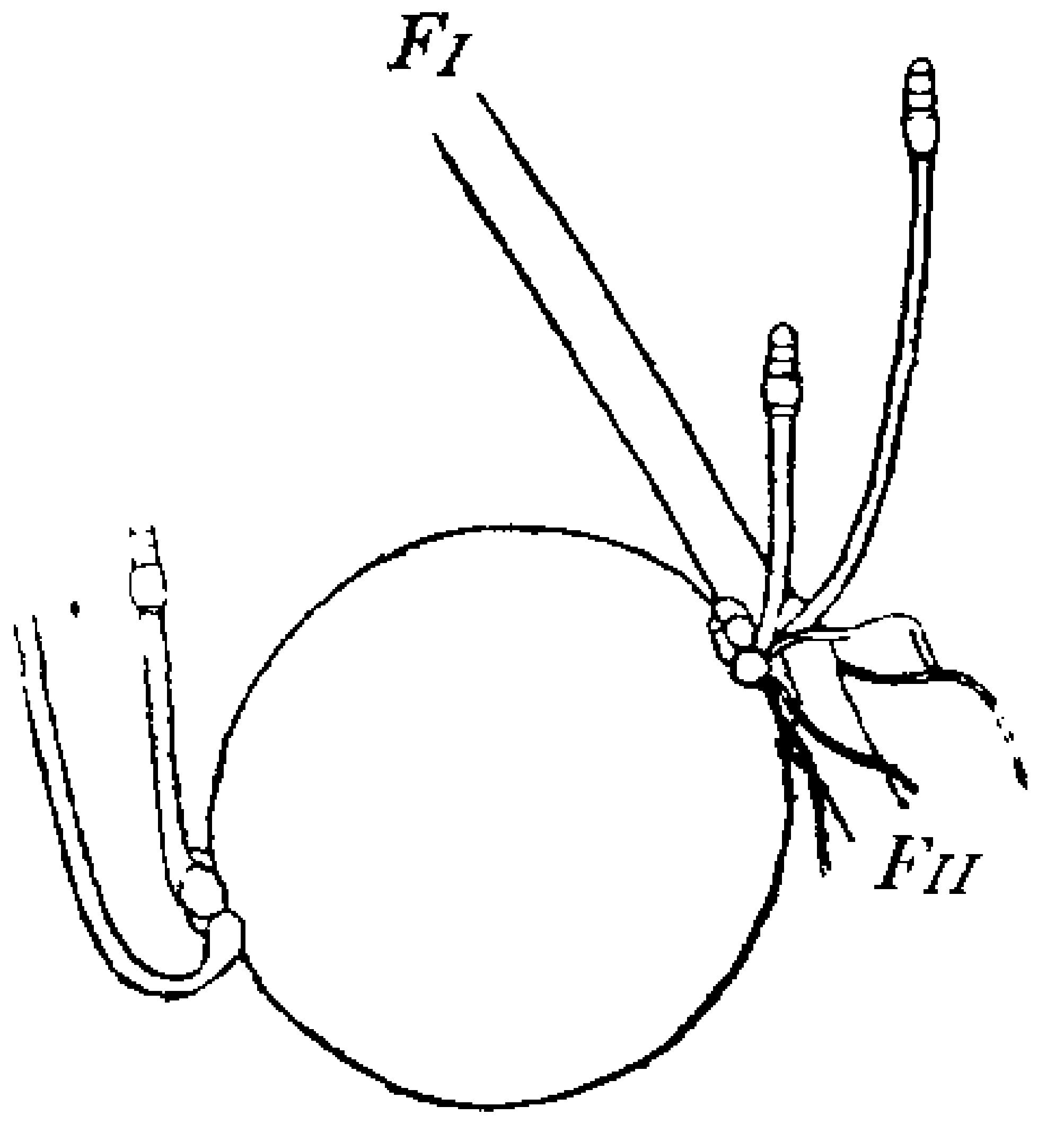


Fig. 9. Chara aspera. Austreibendes Knöllchen, F_I—F_{II} der das Knöllchen tragende Wurzelfaden der Mutterpflanze. 18/1.

Um über diesen Punkt volle Klarheit zu erlangen und die Zelltheilungen lückenlos beobachten zu können, verwendete ich eine Methode, welche auch bei andern später zu erwähnenden Untersuchungen angewendet wurde und deren Beschreibung mir desshalb nicht überflüssig erscheint. Es handelt sich um eine Cultur der Characeensprosse unter Deckglas. Die Objectträger, welche ich für diesen Zweck verwende, messen 55×75 mm, die Deckgläser sind quadratisch bei einer Seitenlänge von 34 mm. Auf die Mitte des Objectträgers wird zunächst mit einer Pipette ein ziemlich grosser Wassertropfen gebracht, der aus einem Glase genommen ist, in welchem seit längerer Zeit Characeen cultivirt wurden. In den Tropfen wird ein Wurzelknöllchen gebracht, das mit einem weichen Pinsel vorher vom anhaftenden Schlamm befreit wurde. Nachdem das Deckglas aufgelegt ist, wird von dem gleichen Wasser so viel hinzugethan bis der Raum unter dem Deckglas gänzlich erfüllt ist. Darauf wird der Deckglasrand mit einem dicken, mindestens 6 mm breiten Streifen von Vaseline umschmiert. Es ist darauf zu achten, dass vor dem Auftragen der Vaseline der Objectträger um den Deckglasrand gänzlich wasserfrei ist, weil sonst das Klebmittel nicht fest genug haftet. Das Knöllchen muss seinen Platz etwa in der Mitte des Deckglases einnehmen. Das Deckglas legt sich bei dieser Herstellungsweise von Präparaten immer etwas schief, so dass der wassererfüllte Raum keilförmig ist. Wir richten uns so ein, dass die Kante des Deckglases, welche den Objectträger berührt, nach der einen Schmalseite des letzteren hin gerichtet ist. Es ist das von Bedeutung, weil wir, wenn wir den Wurzeln und Sprossen der jungen sich entwickelnden Pflanzen normale Entwickelungsbedingungen geben wollen, unsere Präparate senkrecht stellen müssen. Die Neigung des Deckglases gegen den Objectträger soll dabei verhindern, dass das eingelegte Knöllchen an den Deckglasrand sinkt. Wir müssen also die Aufstellung des Präparates so wählen, dass der dem Objectträger genäherte Deckglasrand nach unten gerichtet ist. Um mehrere derartige Präparate bequem aufstellen zu können, benütze ich Holzklötze, welche 12 cm lang, 5 cm breit und $2^1/_2$ cm hoch sind und welche oben vermittelst einer Säge mit fünf ca. 8 mm tiefen Quereinschnitten in gleichen Abständen versehen sind. In diese Einschnitte, deren Breite der Glasdicke der Objecttäger entspricht, werden die Präparate mit ihrem untern Rande hineingeschoben und das Ganze gegen Staub mit einer Glasglocke überdeckt.

Es kommt nicht selten vor, dass an den Präparaten das Wasser sich noch nachträglich durch die Vaseline einen Ausweg sucht, so dass das eingelegte Knöllchen nach einiger Zeit trocken liegt. Um das zu verhindern, habe ich verschiedene Mittel versucht, von denen mir am meisten empfehlenswerth scheint, den unteren Deckglasrand und die anstossenden Theile der Seitenränder mit geschmolzenem Paraffin von 40—50° Schmelzpunkt zu verstreichen. Man könnte fragen, wesshalb nicht statt der Vaseline überhaupt ein consistenteres Einschlussmittel gewählt wurde. Es hat sich indess gezeigt, dass alle sonst zur Verfügung stehenden Mittel, festes Paraffin, Wachs allein und mit Colophonium gemischt, Lackarten, Canadabalsam einen luftdichten Abschluss geben, so dass die eingeschlossenen Pflanzen nach kurzer Zeit ersticken. Die Vaseline dagegen gestattet, obwohl sie die Wasserverdunstung fast ganz herabsetzt, einen für die Lebenderhaltung der eingeschlossenen Pflanzen ausreichenden Gaswechsel. Ich konnte z. B. an einem Charawirtel, welcher am 9. November 1894 in ein Deckglaspräparat zu Versuchszwecken mittelst Vaseline eingeschlossen worden war und unberührt gelegen hatte, am 13. November 1895, also nach Jahresfrist, den Institutsgenossen noch kräftige Protoplasmaströmung demonstriren, die besonders deutlich wahrnehmbar war, da die neugebildeten Stengelinternodien unberindet geblieben waren. Die Methode der Verwendung von Vaseline zur Abschliessung lebender Präparate habe ich vor Jahren in Pringsheim's Laboratorium kennen gelernt; ich hatte dieselbe nur meinen speciellen Zwecken anzupassen.

Wurzelknöllchen, welche ich aus meinem Vorrath gegen Ende des Januar in der angegebenen Weise ausgelegt hatte, trieben schon nach wenigen Tagen, es traten neben einander Wurzel und Sprossanlagen hervor, welche durch ihre entgegengesetzte Wachsthumsrichtung von Anfang an unterscheidbar sind. Eine der so gebildeten Sprossanlagen wurde nun in continuirliche Beobachtung genommen. Ich verfuhr dabei in der folgenden Weise. Ein Seibert'sches Mikroskop Stativ Nr. 4 wurde im Gelenk rechtwinkelig umgelegt, so dass die Fläche des Objecttisches genau senkrecht stand. Auf dem Objecttisch wurde das Präparat in aufrechter Stellung mittelst Klemmen so befestigt, dass die Spitze einer neu gebildeten Sprossanlage, welche noch keinerlei Theilungen erfahren hatte, sich in der Mitte des Gesichtsfeldes befand. Um die Beobachtung zu erleichtern, wurde statt des Oculars in die Tubusröhre das Knie eines Oberhäuser'schen Zeichenapparates von Seibert, aus welchem das die Linsen tragende Trichterstück mit dem kleinen Ocularprisma herausgezogen war, eingesetzt und so befestigt, dass das freie Rohr nach oben gerichtet war. In dieses Rohr passen ziemlich genau die Oculare der Zeiss'schen, Leitz'schen, Reichert'schen Mikroskope. Die Einbusse an Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes, welche durch die Benutzung der nicht adaptirten Linsen verschiedener Systeme entsteht, ist bei den schwachen Vergrösserungen, die man der Dicke des Präparates wegen verwenden muss, nicht wesentlich. Ich benützte in dem speciellen Fall, dessen Ergebniss ich unten beschreiben will, das System Seibert Nr. III und das Ocular Leitz Nr. I; um direct zeichnen zu können, ersetzte ich das letztere durch das neue Zeichenocular von Leitz.

Zur Beleuchtung des Objectes verwandte ich ursprünglich einen Abbe'schen Beleuchtungsapparat mit Irisblende oder den Hohlspiegel einer gewöhnlichen Beleuchtungseinrichtung. Es schien aber durch die zu intensive Beleuchtung die Entwickelung des Sprosses ungünstig beeinflusst zu werden, wesshalb ich bei späteren Versuchen das Mikroskop ohne Blenden und Beleuchtungsspiegel einfach gegen ein Ostfenster meines Arbeitszimmers mit ziemlich freiem Horizont richtete. Während der dunkeln Tageszeit wurde mit Hilfe des eingesetzten Abbe'schen Apparates nur so lange, als für die Beobachtung und Zeichnung durchaus nöthig war, von einer Lampe her beleuchtet.

Bei der geschilderten Anordnung des Apparates ist es möglich, die Entwickelung der Sprossspitze in jedem Moment zu beobachten und zu zeichnen. Ich darf indess nicht vergessen zu erwähnen, dass das Bild, welches man im Gesichtsfelde erblickt und welches man mit Hülfe eines Zeichenapparates entwirft, ein Spiegelbild des Objectes ist, in welchem rechts und links gegeneinander vertauscht erscheinen. Für unsere Zwecke hat diese Umkehrung keine Bedeutung, da das Spiegelbild der ersten Entwickelungsstadien bei der symmetrischen Ausbildung der Sprossanlage ziemlich genau dem directen Bilde des um 180° um seine Achse gedrehten Objectes entspricht.

Ich will nun den zeitlichen Verlauf der Entwickelung einer Sprossanlage an einem Wurzelknöllchen von Chara aspera nach einem speciellen Falle schildern und durch die in der angegebenen Weise nach der Natur gezeichneten Fig. 1—10 auf Tafel X erläutern. Der zur Beobachtung gewählte Spross wuchs vielleicht infolge ungünstiger Beleuchtung mehrere Tage als cylindrischer Faden, der, abgesehen von seiner Wachsthumsrichtung, in nichts von einem Wurzelfaden verschieden war. Unmittelbar hinter dem fortwachsenden Scheitel befanden sich in dem dichten Protoplasma zahlreiche Glanzkörperchen, welche die bekannte Beweglichkeit zeigten. Der Zellkern war etwas in der Längsrichtung des Fadens gestreckt, eiförmig und lag ziemlich weit hinter der Spitze in der Nähe der Vacuole des Fadens, um welche das Protoplasma lebhaft strömte. Der Längenzuwachs des Fadens betrug in der Stunde annähernd 50 μ, so dass sich die Spitze ziemlich schnell aus der Mitte des Gesichtsfeldes verschob und mehrmals durch Verrücken des Präparates auf dem Objecttische in die zum Beobachten günstige Lage zurückgebracht werden musste. Am Nachmittage des 6. Februar verzögerte sich der Längenzuwachs des Fadens merklich und hörte endlich ganz auf. Der obere plasmaerfüllte Abschnitt des Fadens hatte sich etwa um ein Drittel seiner bisherigen Breite erweitert. Der Zellkern rückte allmählich nach oben bis etwa in die Mitte zwischen Vacuole und Fadenscheitel. Dort trat Karyokinese ein, welche etwa ½10 Uhr abends soweit beendet war, dass die Tochterkerne deutlich umgrenzt erschienen. Zwischen ihnen trat die zarte Anlage einer Theilungsmembran quer zur Längsachse des Fadens hervor. Dieses Stadium ist in der Fig. 1 der Tafel dargestellt. Während der folgenden Nacht wölbte sich der unter der Theilungswand liegende Abschnitt der untern Fadenzelle schwach keulenförmig heraus. Beide Tochterkerne theilten sich aufs neue und am Morgen des 7. Febr. war, wie Fig. 2 zeigt, sowohl in dem Endabschnitt des Fadens als auch unterhalb der keulenförmig angeschwollenen Stelle eine neue Querwand in der Ausbildung begriffen. Mittags 12 Uhr waren diese Wände völlig ausgebildet und die Zellkerne in allen Zellen deutlich. Schon nach 2 Stunden bereiteten sich neue Theilungen vor, welche dazu führten, dass in der angeschwollenen Zelle unten eine flachscheibenförmige Zelle abgeschnitten wurde und dass der Endabschnitt des ganzen Fadens sich weiter durch eine Querwand gliederte. Abends $7^1/_2$ Uhr waren beide Theilungen vollendet. Die Fig. 4, 5, 6 stellen die aufeinander folgenden Stadien dar. Die von der angeschwollenen Zelle unten abgeschnittene Scheibe ist die Anlage des Wurzelknotens. Die Anlage des Vorkeimquirls geschah in der Nacht vom 7. zum 8. Februar. Nachts 1 Uhr befand sich der Kern der angeschwollenen Zelle (vergl. Fig. 7) wieder im Theilungsstadium und die erste Andeutung einer Theilungswand im oberen Theil der angeschwollenen Zelle war eben sichtbar. Am nächsten Morgen war diese Wand fertig gebildet und ausserdem zeigte sich eine neue Theilungswand in dem Endabschnitt des Fadens (Fig. 8). Die Fig. 9 und 10 zeigen weitere Theilungsstadien, welche im Lauf des 8. Februar in den beiden von der angeschwollenen Zelle abgeschnittenen Scheibenzellen, also in der Anlage des Vorkeimquirls und des Wurzelknotens auftraten. Da die Theilungswände hier zum Theil parallel zur Fläche des Gesichtsfeldes auftreten, so war ihre Reihenfolge nicht mehr in der angegebenen Weise festzustellen. Die continuirliche Beobachtung wurde desshalb unterbrochen und das Präparat weiterer Entwickelung überlassen. Nach einigen Tagen, am 12. Februar, hatte der Spross das in der nebenstehenden Textfigur 10 dargestellte Entwickelungsstadium erreicht; sowohl die Anlage des Vorkeimquirls als des Wurzelknotens zeigen normale Entwickelung. Nach einigen Wochen waren aus der ersteren ein Quirl von mehrgliedrigen Blättern und ein berindeter Spross zweiter Ordnung hervorgewachsen. An dem Wurzelknoten hatte sich neben einigen Wurzeln ein nacktfüssiger Zweig gebildet. Fig. 11 stellt dieses Stadium in schwacher Vergrösserung dar, wobei der mittlere Theil des inzwischen sehr lang herangewachsenen Internodiums zwischen dem Vorkeimquirl und dem Wurzelknoten der Raumersparniss wegen fortgelassen worden ist. In der Folge entwickelte sich der nacktfüssige Zweig des Wurzelknotens, ohne das Wachsthum des normalen Sprosses wesentlich zu

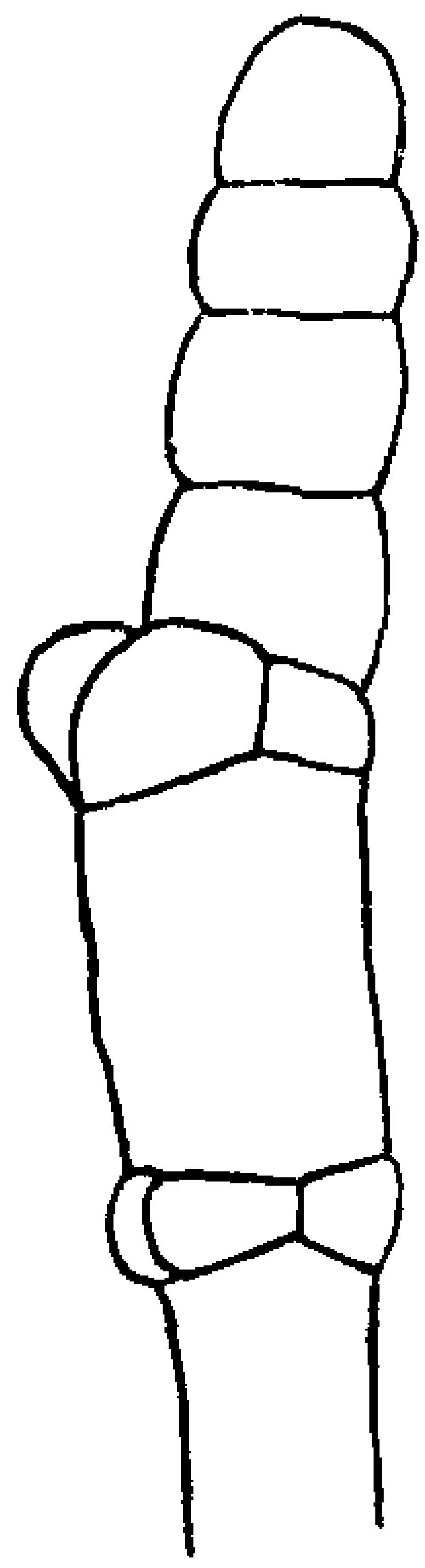


Fig. 10.
Chara aspera.
Spitze eines jungen Zweigvorkeimes.
180/1.

beeinträchtigen, zu einem kräftigen Spross. Die Entwickelung der Sprosse aus den Wurzelknöllchen ging in allen beobachteten Fällen in ähnlicher Weise vor sich, nur traten bisweilen an dem Vorkeimquirl, wie das ja auch bei den Keimpflanzen und Zweigvorkeimen anderer Arten beobachtet werden kann, statt des einen Sprosses zweiter Ordnung deren zweie auf.

Während aus den basalen und apicalen Knotenzellen des Wurzelknöllchens die Wurzeln und Sprosse sich entwickeln, gehen in der mit Stärke erfüllten Internodialzelle desselben eigenthümliche Veränderungen vor sich, welche nach einiger Zeit schon dem blossen Auge wahrnehmbar sind. Die Knöllchen erscheinen dann nämlich nicht mehr in ihrer ganzen Ausdehnung weiss, sondern sie sind theilweise durchscheinend geworden. Es beruht das darauf, dass ein Theil der Stärkekörner gelöst worden ist, den Beginn der Lösung kann man schon im Anfang der Keimungserscheinungen constatiren. Man findet dann zwischen den unveränderten Stärkekörnern solche, die in ihrem mittleren Theil feine Höhlungen und Kanälchen erkennen lassen. Bei fortschreitender Lösung erweitern sich die Löcher und das Korn erscheint auch in seinen Randpartien angegriffen, bis endlich durch die mehr und mehr um sich greifende Corrosion das ganze Korn in kleine Partikelchen zerfällt, welche isolirt weiter gelöst werden. In Fig. 12 auf Tafel X sind einige Stärkekörner in verschiedenen Stadien der Lösung dargestellt. Man sieht, dass die Lösung in ganz ähnlicher Weise verläuft, wie sie für die Stärke im Endosperme der Gramineen bekannt ist. Die noch unveränderten und die noch nicht völlig gelösten Stärkemassen sammeln sich in der Kugelzelle des austreibenden Knöllchens, dem Gesetze der Schwere folgend, in der zur Erde gerichteten Hälfte an, so dass also der von der Erde abgewendete Theil

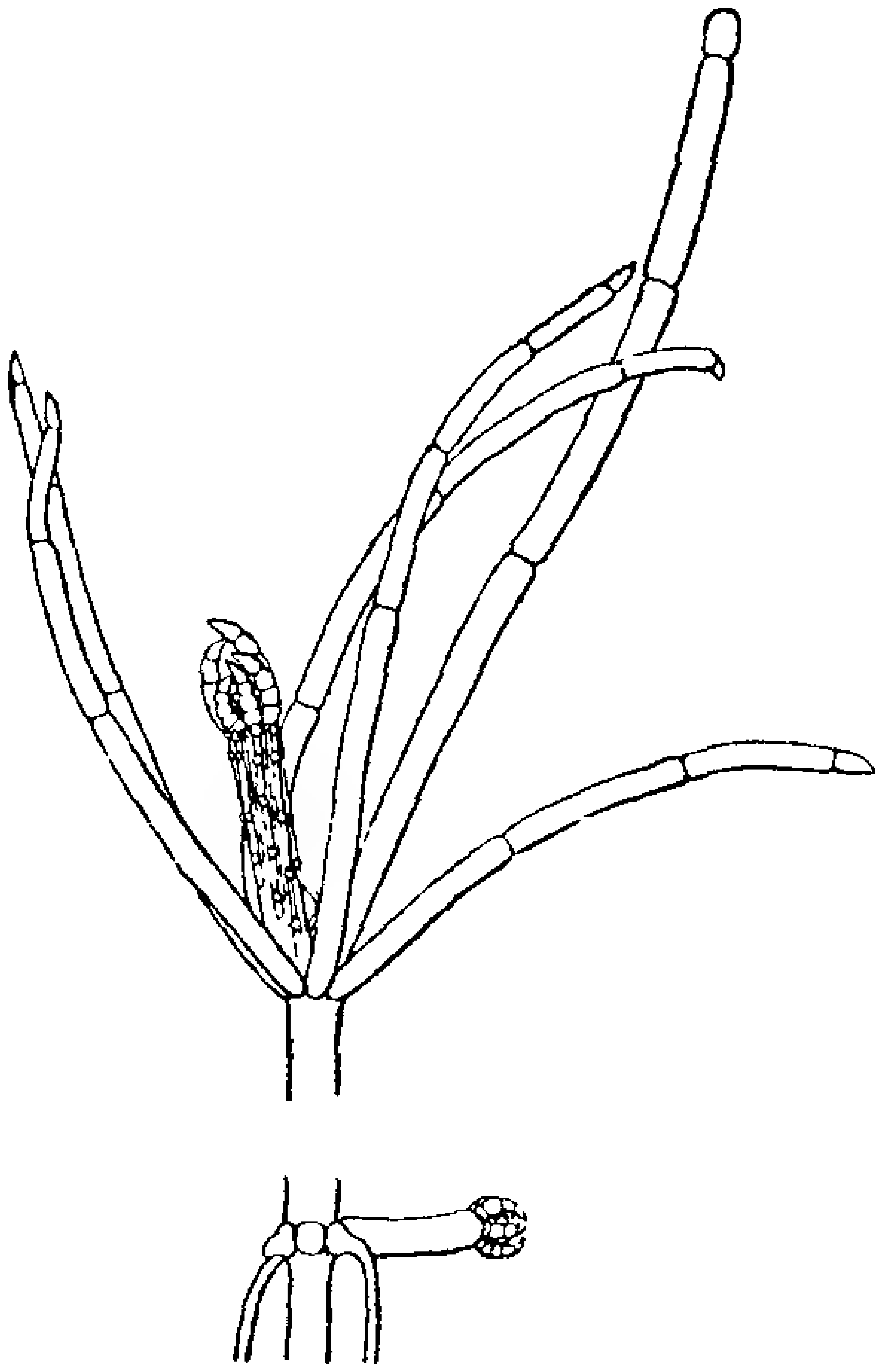


Fig. 11. Chara aspera. Vorkeimquirl und Wurzelknoten eines Zweigvorkeimes. 22/1.

jedes Kügelchens zuerst durchscheinend wird. Entsprechend der fortschreitenden Umwandlung und Fortführung der Stärke verlieren die Knöllchen während der Entwickelung der jungen Pflanzen mehr und mehr ihre weisse Farbe, bis sie endlich völlig durchsichtig und wasserhell erscheinen.

Ich will nicht unerwähnt lassen, dass ich in sehr vereinzelten Fällen die Knöllchen von Chara aspera durch einen Pilz angegriffen fand; das Innere der kugeligen Zelle war bisweilen völlig frei von Stärke und dicht erfüllt mit dem wattenartig verfilzten Mycel des dünnfädigen Pilzes. In den Fällen, in denen neben dem Pilzmycel noch ein Rest von Stärke in der Zelle sich vorfand, war jedes Stärkekorn dicht umsponnen von Pilzfäden. Spuren einer durch den Pilz bewirkten Lösung konnte ich indess nicht mit Sicherheit wahrnehmen. Am Ende einzelner Mycelfäden fanden sich kugelig angeschwollene, durch eine Querwand abgegrenzte, dickwandigere Zellen, die mit den Oogonien gewisser Saprolegniaceen einige Aehnlichkeit hatten. Es scheint mir nichts dagegen zu sprechen, dass der Pilz in diese Gruppe gehört. Eine genaue Bestimmung des Pilzes oder auch nur eine engere Umschreibung seiner systematischen Stellung konnte ich an dem wenigen, gelegentlich aufgefundenen Material nicht vornehmen; der Versuch, den Pilz im Culturgefäss auf den Knöllchen von Chara aspera zur Entwickelung zu bringen, misslang.

Auch durch niedere Thiere werden die stärkereichen Knöllchen bisweilen zerstört. So fand ich unter dem mir durch die Güte des Herrn Professor Schütt in Greifswald zur Verfügung gestellten Material aus dem Greifswalder Bodden ein völlig ausgewachsenes Knöllchen von Chara aspera, das durch seine gelbliche Färbung und durch seine Weichheit von den übrigen abstach und dadurch meine Aufmerksamkeit erregte. Ich glaubte zuerst, neues Untersuchungsmaterial für den oben erwähnten Pilz entdeckt zu haben, fand aber bei näherer Prüfung in dem Knöllchen statt des Pilzmycels und statt der Stärke einen schlammigen Detritus vor, in welchem zahlreiche Anguillula-artige Lebewesen lagen. Stärke war in dem Inhalt des Knöllchens auch durch Jodzusatz nicht mehr nachzuweisen.

Genau dieselbe Ausbildung und Zellanordnung wie die Knöllchen von Chara aspera besitzen die gleichen Organe an den Wurzelfäden von Lamprothamnus alopecuroides A. Br. (Chara Wallrothii Rupr.). Für die Beobachtung des Keimvorganges fehlte mir das Material. Wahlstedt[1]) sagt über die Keimung: „De knoppar som sålunde framkomma, äro hos Ch. Wallrothii än vanliga adventivknoppar, än knoppgrenar" („Die Knospen, welche auf diese Weise hervorkommen, sind bei Chara Wallrothii entweder gewöhnliche Adventivknospen oder Zweigvorkeime"). Aus der Analogie könnte man schliessen, dass bei dem Lamprothamnus ebenso wie bei Chara aspera stets nur Zweigvorkeime aus dem Knöllchen erwachsen, und dass die von Wahlstedt beobachteten Adventivknospen die zur Entwickelung gelangten nacktfüssigen Zweige der primären Wurzelknoten sind; indess bedarf dieser Punkt noch der directen Prüfung.

---

[1]) L. J. Wahlstedt, Om Characeernas knoppar och öfvervintring, Lund 1864, pag. 40.

Es kommen ferner auch noch bei dem australischen Lychnothamnus macropogon A. Br. ähnliche Brutknöllchen wie bei Chara aspera vor. Die Bulbillen sind hier besonders bei der var. tasmanica A. Br. sehr zahlreich und in grösserer Zahl an demselben Knoten vereinigt. Man findet bisweilen 12 und mehr Kügelchen in einer Gruppe. In einer solchen Gruppe sind aber neben mehreren von normaler Grösse stets einige sehr kleine Bulbillen vorhanden. Die grössten Knöllchen sind 0,75 bis 1,15 mm dick. Ueber die Anordnung der Bulbillen bei Lychnothamnus macropogon finde ich bei Braun[1]) die Bemerkung: „Bulbillen, denen der Chara aspera ähnlich, aber zahlreicher beisammen, oft 3—5 in einem Kreis, oft noch zahlreicher und dann über und unter dem Kreis".

Diese Angabe liess mich ursprünglich vermuthen, dass die Bulbillen hier in Quirlen um die Achse angeordnet seien, und dass die Knöllchen nicht Abkömmlinge eines schiefgetheilten Wurzelgelenkes seien, sondern an radiär gebauten unterirdischen Sprossknoten ständen; ich glaubte also gewissermassen ein Mittelding zwischen den Wurzelknöllchen der Chara aspera und anderer und den sternförmigen Knöllchen der Chara stelligera erwarten zu dürfen. Die Untersuchung, zu welcher mir das Herbarmaterial des Berliner botanischen Museums in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt war, ergab indess, dass auch die Knöllchen von Lychnothamnus macropogon an Wurzelknoten entspringen. Sie unterscheiden sich von den Knöllchengruppen der Chara aspera einzig darin, dass hier mehrere von den peripherischen Knotenzellen an der Basis der primären Knöllchen gleichfalls zu kugeligen oder birnförmigen Reservestoffbehältern werden, ein Vorkommniss, das in den Knöllchengruppen von Chara aspera, wie wir sahen, nur vereinzelt auftritt. Ueber den Bau und die Beschaffenheit der einzelnen Knöllchen bei Lychnothamnus macropogon

---

1) Braun-Nordstedt, Fragmente einer Monographie der Characeen. Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss., Berlin 1882, pag. 103.

kann ich nichts hinzufügen, was nicht schon bei den Knöllchen von Chara aspera gesagt worden wäre. Die Organe stimmen vollkommen überein, selbst bis auf die Form und Durchschnittsgrösse der Stärkekörner.

III.

Chara baltica soll nach Migula, welcher sich dabei wohl auf eine Angabe Durieu's [1] stützt, zweierlei, nämlich vielzellige erdbeerartige und einzellige kugelförmige Bulbillen besitzen. Ich fand in der That an mehreren Exemplaren des Münchener Kryptogamenherbariums neben den charakteristischen mehrzelligen Knöllchen auch einzellige vor, die in Bezug auf Grösse und Gestalt, sowie auf die Zahl und Anhaftung der Knöllchen an den Wurzelgelenken denjenigen von Chara aspera völlig gleich waren. Auch durch genaueste mikroskopische Prüfung gelang es mir nicht, irgend welchen Unterschied gegenüber den Knöllchen von Chara aspera aufzudecken. Dieser Umstand erweckte den Verdacht, dass die untersuchten Knöllchen einer echten Chara aspera angehören möchten, welche vielleicht dem Rasen der Chara baltica beigemischt wuchs. In einem Falle konnte ich auch zwischen der Chara baltica vereinzelte Stämmchen einer sehr ähnlichen Form von Chara aspera auffinden. Wenn es an dem getrockneten Material auch nicht gelang, den Zusammenhang der die kugeligen Knöllchen tragenden Wurzelfäden mit den Stämmchen zweifellos nachzuweisen, so glaubte ich doch das Vorkommen von einzelligen Bulbillen bei Chara baltica in Zweifel ziehen zu müssen, um so mehr, als alle Angaben über das Vorkommen von beiderlei Bulbillen bei dieser Art, soweit mir bekannt, sich nur auf solche Standorte beziehen, an denen auch Chara aspera vorkommt. Um die Frage nach Möglichkeit der Entscheidung näher zu bringen, machte ich mich an die Untersuchung lebenden Materials, das mir durch Herrn Professor Schütt in Greifswald auf meine Bitte in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurde. Schon die nach dem Einsammeln an Ort und Stelle vorgenommene Etiquettirung der mir übersandten Gläser machte mich darauf aufmerksam, dass überall neben der Chara baltica die Chara aspera mitgesammelt wurde. Die Prüfung der Knöllchen ergab, dass die kugelförmigen Knöllchen mit einer einzigen Reservestoffzelle ausnahmslos mit Sprossen von Chara aspera in Verbindung standen. Während von den unterirdischen Theilen der Chara baltica in allen Fällen nur mehrzellige Bulbillen von

---

1) Bull. de la soc. bot. de France 1860 pag. 630 Anm.

eigenthümlichem Bau gefunden wurden. Da diese Gebilde von den Knöllchen der Chara aspera wesentlich verschieden sind, und da auch bei den kleinsten von ihnen stets von Anfang an mehrere stärkehaltige Zellen angelegt werden, so habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass Chara baltica nur einerlei und zwar stets mehrzellige Bulbillen besitzt, und dass alle Angaben, welche dieser Art neben den mehrzelligen Bulbillen auch noch einzellige kugelige Wurzelknöllchen zuschreiben, auf Irrthum beruhen, welcher dadurch veranlasst wurde, dass zwischen den Rasen von Chara baltica zugleich Chara aspera wuchs.

Wir sind damit bei Chara baltica zu dem nämlichen Resultat gekommen, welches bei Chara fragifera schon früher von Alexander Braun constatirt worden ist. Der Entdecker dieser Art, Durieu de Maisonneuve, hatte ursprünglich nur die erdbeerartigen, aus vielen stärkehaltigen Zellen bestehenden Bulbillen gefunden, welche er in der Diagnose der neuen Art[1]) als bulbilli sphaeroidei, nonnumquam sublobati, albidi, 1—3 millim. crassi, cellulis vesiculosis undique mamillati, quasi fragiformes bezeichnete. In seiner zweiten Veröffentlichung über die Chara fragifera[2]) theilt Durieu mit, dass er neben den erdbeerartigen Bulbillen bei dieser Art auch einzellige gefunden habe, welche denjenigen von Chara aspera gleichen. Belegexemplare für diese Thatsache wurden von ihm in dem von Braun, Rabenhorst und Stizenberger herausgegebenen Characeenherbarium unter Nr. 73a ausgetheilt. Alexander Braun[3]) erkannte indessen bald, dass diese einzelligen Bulbillen, die Durieu als „bulbilles exceptionels“ oder als „bulbilles de second ordre“ bezeichnet hatte, gar nicht der Chara fragifera, sondern einer feinblätterigen Form von Chara aspera angehören, welche sich gelegentlich als Gast in den Dickichten der ersteren Art einfindet. Migula schreibt trotzdem bei der Besprechung der Angabe Durieu's: „Es ist wohl möglich, dass sich auch bei dieser Art eine Bildung echter Wurzelknöllchen ausser den oben erwähnten, den unterirdischen Stengelknoten angehörende Bulbillen finden“, wobei er unter echten Wurzelknöllchen der einzelligen kugeligen Bulbillen, unter Bulbillen der Stengelknoten die mehrzelligen, erdbeerartigen versteht. Gegenüber der Angabe Alexander Braun's, bei welcher ich eine Nachprüfung für überflüssig hielt und gegenüber der Thatsache, dass

---

1) Bull. de la soc. bot. de France 1859 pag. 186.

2) ebenda pag. 627.

3) Monatsbericht der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1867 pag. 936.

auch die mehrzelligen Bulbillen von Chara fragifera selbst bei minimaler Ausbildung stets schon aus mehreren stärkehaltigen Zellen bestehen, halte ich die von Migula ausgesprochene Vermuthung für verfehlt. Chara fragifera besitzt ebenso wie Chara baltica nur einerlei und zwar mehrzellige Bulbillen.

Es tritt nun zunächst die Frage auf, ob die mehrzelligen Bulbillen dieser beiden Arten an Sprossknoten entstehen oder ob sie, wie die oben besprochenen einzelligen Knöllchen, seitliche Auswüchse von Wurzelfäden sind. Die Erörterung dieser Frage hat schon verschiedene Autoren beschäftigt. Durieu de Maisonneuve hielt die erdbeerartigen Bulbillen der Chara fragifera in Analogie mit den sternförmigen Bulbillen von Chara stelligera für stengelständig; er nahm an, dass sie aus einer Zellanhäufung bestehen, welche sich an einem Sprossknoten rings um die Sprossachse entwickelt. Clavand fasst in seiner oben citirten Arbeit[1]) seine Ansicht dahin zusammen, dass die erdbeerartigen Bulbillen von Chara fragifera fast ausnahmslos wurzelständig sind. Dieser letzteren Ansicht schloss sich auch Al. Braun in seiner Arbeit über die Characeen Afrikas[2]) an. Migula[3]) dagegen vertritt, wie schon kurz erwähnt, auf Grund seiner Untersuchung die Ansicht, dass die mehrzelligen Bulbillen ohne Ausnahme den unterirdischen Stengelknoten angehören. Er schreibt: „Ob diese Bulbillen den Stengeln oder Wurzeln angehören, wird aber gewiss durch ihre Ein- oder Mehrzelligkeit entschieden. Bei Chara baltica finden sich an den unterirdischen Stengelknoton mehrzellige, den Sternchen bei Tolypellopsis vergleichbare, aber unregelmässige Bulbillen, an den Wurzeln einzellige, den bei Chara aspera vorkommenden ähnliche. Die Angabe, dass die mehrzelligen Bulbillen bei Chara fragifera den Stengelknoten und Wurzeln angehören, habe ich nicht bestätigt gefunden, bei den zahlreichen mir zu Gesicht gekommenen Exemplaren waren sie stets auf die Stengelknoten beschränkt“.

In diesem Widerstreit der Meinungen kann uns nur eine sorgfältige Prüfung des Objectes selbst zu einer klaren Vorstellung führen. Ich beginne die Darstellung meiner Untersuchungsresultate mit der Chara baltica, von welcher mir hauptsächlich durch die Güte des Herrn Professor Schütt ein sehr reichliches Untersuchungsmaterial zur Verfügung stand.

---

1) Bull. de la soc. bot. de France 1863 p. 140.

2) Monatsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1867 p. 936.

3) Characeen p. 11.

Wenn man Sprossstücke von Chara baltica, welche mit ihrem unteren Ende im Boden verborgen wuchsen, sorgfältig frei präparirt, so sieht man, wie Fig. 12 zeigt, dass die Internodien an den unterirdischen Theilen nicht, oder nur mangelhaft berindet sind. Auch die Knoten weisen gegenüber den oberirdischen Knoten mancherlei Abweichungen von der normalen Ausbildung auf. Die Blätter sind, wenn überhaupt vorhanden, sehr rudimentär, sie bestehen bisweilen nur aus einer einzigen, über dem Basilarknoten sich erhebenden cylindrischen Zelle (vergl. Fig. 13). Häufig sind zahlreiche Zellen des Knotens zu Wurzelhaaren ausgewachsen. Im Innern der meisten Zellen, welche den Knoten zusammenhalten, gewahrt man bei mikroskopischer Betrachtung Stärkekörner in Menge, auf deren Vorhandensein die weissliche Färbung der unterirdischen Sprossknoten zurückzuführen ist.

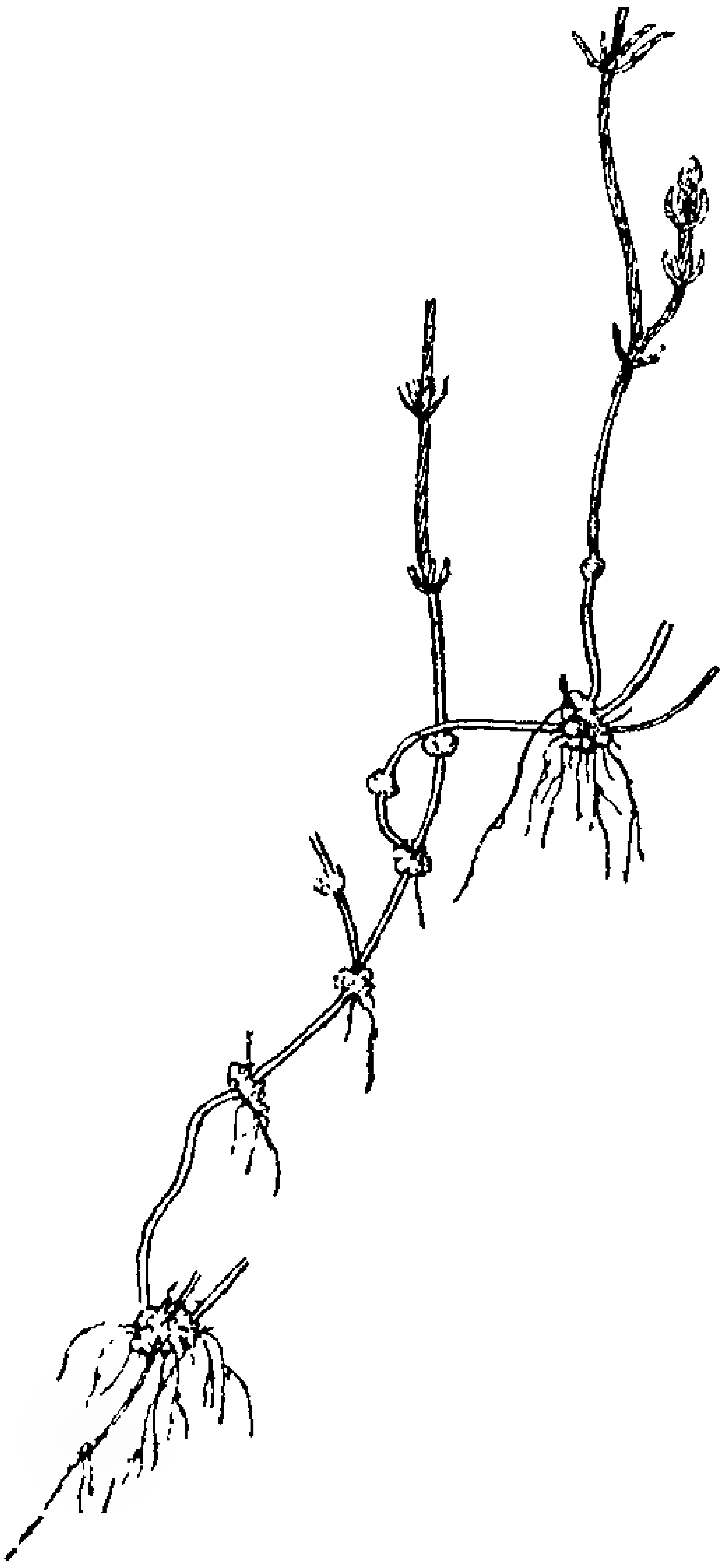


Fig. 12. Chara baltica. Unterirdischer Sprossabschnitt, dessen Knoten zu Bulbillen umgewandelt sind.

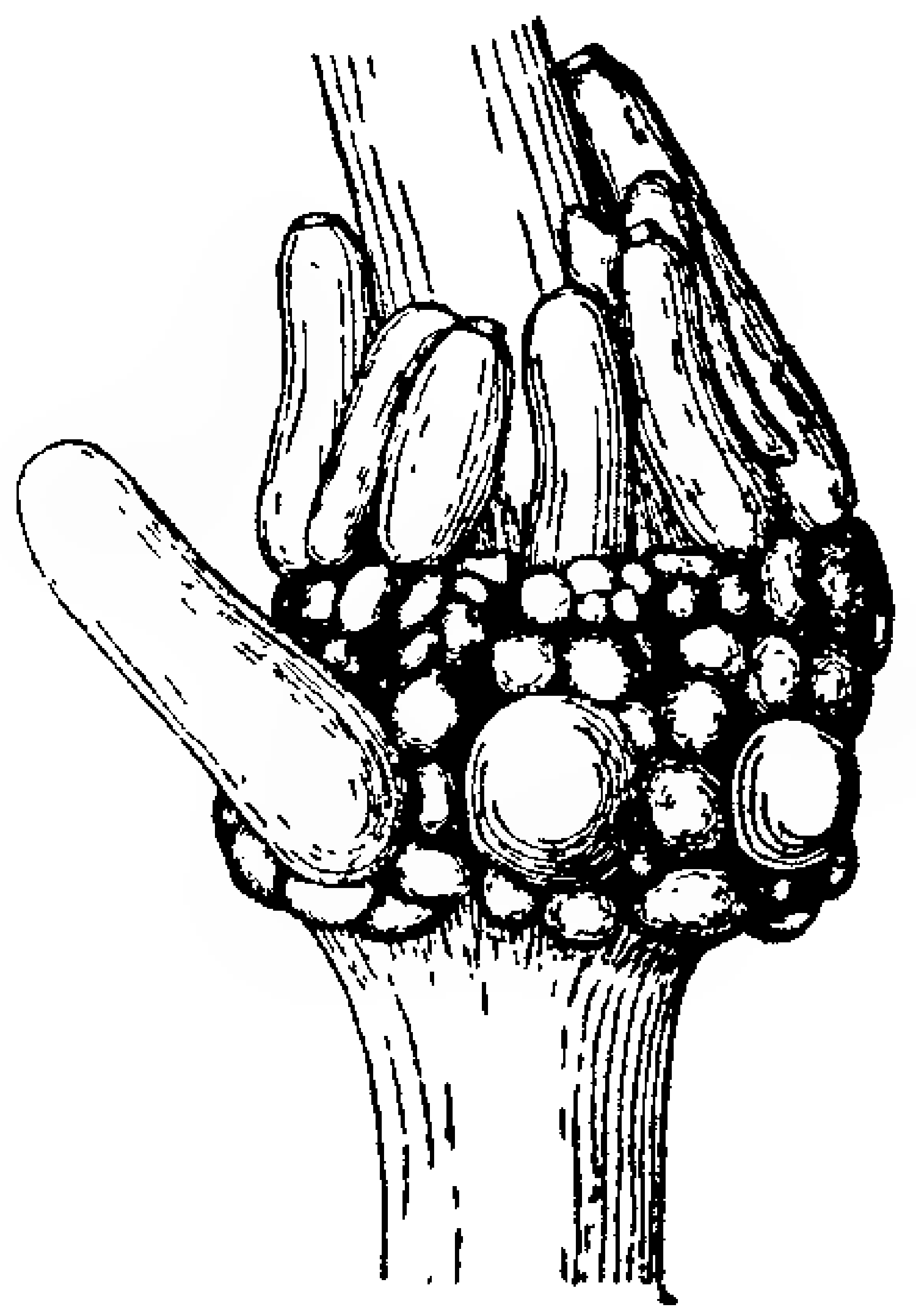


Fig. 13. Chara baltica. Unterirdischer Sprossknoten mit rudimentärer Blatt- und Rindenbildung. 30/1.

Diese unterirdischen Knoten unterscheiden sich zum Theil nicht wesentlich von den gleichen Organen, die an den unterirdischen Sprosstheilen der meisten übrigen Characeen zu finden sind. Ihnen kommen ausser der rudimentären Entwickelung des Blattquirls, die auf den directen Einfluss der äusseren Umstände zurückzuführen sein dürfte, keinerlei Eigenschaften zu, die nicht auch an dem normalen orberirdischen Sprossknoten in gleicher Weise vorhanden wären. Auch in den Zellen der letzteren findet sich Reservestärke vor, auch bei ihnen ist das Vermögen vorhanden, Haarwurzeln und Seitensprosse verschiedener Art zu bilden. Die verhältnissmässig grosse Zahl von Haarwurzeln, welche aus den unterirdischen Knoten entspringen, erklärt sich leicht durch den von dem umhüllenden Erdboden bewirkten Lichtabschluss, welcher ja, wie Richter[1]) für Chara fragilis nachgewiesen hat, die Rhizoidbildung günstig beeinflusst.

In einzelnen Fällen schlagen indess die unterirdischen Stengelknoten eine eigene Entwickelungsrichtung ein und bilden sich zu eigenartigen Organen aus, denen wir gegenüber den normalen Sprossknoten wegen ihres Baues und ihrer Function die Bezeichnung von Brutknöllchen nicht wohl versagen können. Im einfachsten Falle besteht die morphologische Besonderheit dieser Sprossknöllchen darin, dass an Stelle eines oder einiger Blätter kurze, zapfenförmige Vorsprünge entstehen, welche aus vielen mit Stärke erfüllten Zellen zusammengesetzt sind. In die Zellenordnung dieser zapfenartigen Vorsprünge ist schwer Einblick zu gewinnen. Nach dem Studium zahlreicher Objecte glaube ich annehmen zu können, dass in derartigen Vorsprüngen immer eine centrale Reihe von grösseren Zellen vorhanden ist, welche von einer ungleich dicken Lage von kleineren und kleinsten Zellen umgeben ist. Die centrale Zellreihe schliesst sich nach innen, wie auf dem in Fig. 14 gezeichneten Medianschnitt eines Zapfens deutlich erkennbar hervortritt, direct an eine der beiden flachen centralen Knotenzellen *Kn* des Sprosses an. Sie ist also offenbar aus einer der ursprünglichen peripherischen Knotenzellen, welche A. Braun als Urzellen der Blätter bezeichnet, hervorgegangen und entspricht demnach der centralen Zellreihe, d. h. den Internodial- und den centralen Knotenzellen der normalen Blätter. Aus der Form der Zellen in der centralen Reihe der zapfenartigen Auswüchse lässt sich ein Anhalt zur Unterscheidung zwischen Internodialzellen und Knotenzellen nicht

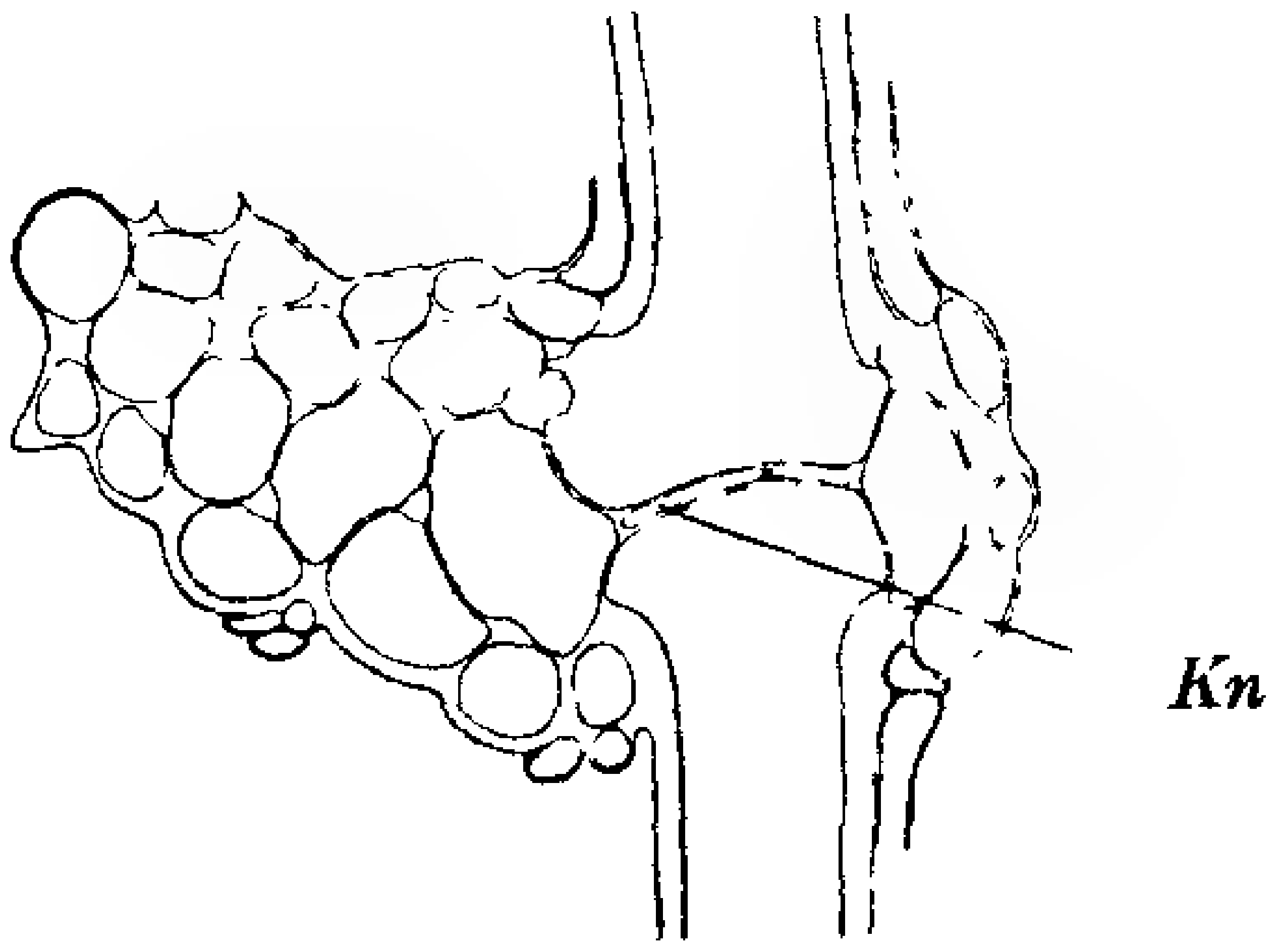


Fig. 14. Chara baltica. Medianschnitt eines Sprossknöllchens, *Kn* Knotenzelle der Sprossachse. 19/1.

---

[1]) Johannes Richter, Ueber Reactionen der Characeen auf äussere Einflüsse. Flora 1894 p. 399.

wahrnehmen, und auch bei Berücksichtigung des Zellinhaltes lassen sich keine Unterschiede zwischen den aufeinander folgenden Zellen auffinden. Sie sind alle mit Stärke erfüllt und enthalten alle durch Fragmentation des ursprünglichen Zellkerns zahlreiche Kerne. Ob auch hinsichtlich der Entwickelung völlige Uebereinstimmung herrscht, ist mir fraglich geblieben. Bisweilen glaubte ich wohl, aus der Anordnung und Wandbeschaffenheit der Zellen schliessen zu können, dass nur einzelne der Zellen in der centralen Reihe weitere Theilungen erfahren und den Ausgang für die Entstehung seitlicher Zellen bilden. Die Zellen, welche die centrale Zellreihe umgeben, würden dann den Blättchen und den Berindungszellen der normalen Blätter entsprechen. Ich muss das dahingestellt sein lassen und mich damit begnügen, gezeigt zu haben, dass überhaupt die zapfenförmigen Vorsprünge der Sprossknöllchen von Chara baltica metamorphosirte Blätter sind. Bisweilen gewinnen die Sprossknollen dadurch wesentlich an Umfang, dass alle Blatturzellen zu Knöllchenlappen werden und dass die äusseren Zellen der den Blättern entsprechenden Zäpfchen sich fortgesetzt theilen und zu Reservestoffbehältern anschwellen. Auf diese Weise kommen oft erbsengrosse und selbst bis zu 1 cm im Durchmesser haltende unregelmässig gelappte Zellkomplexe zu Stande, die eine grosse Menge von Stärke enthalten und bei der Keimung aus den zahlreichen Vegetationspunkten, welche über ihren Umfang vertheilt sind, einem ganzen Bündel von Sprossen der verschiedenen Arten, normalen Achselsprossen, nacktfüssigen Zweigen und Zweigvorkeimen, den Ursprung geben. Häufig bilden sich Doppelknöllchen, indem sich der normale Achselspross des zum Knöllchen anschwellenden Sprossknotens frühzeitig entwickelt und aus seinem ersten, nur durch ein kurzes berindetes Internodium von der Mutterknolle getrennten Knoten gleichfalls ein stärkehaltiges Knöllchen bildet, das in seiner Grösse nur wenig hinter dem Mutterknöllchen zurücksteht. Nachdem beim Austreiben aus beiden Knöllchen Wurzelfäden und Sprossanlagen in grosser Menge hervorgegangen sind, erscheinen die beiden Knöllchen bei oberflächlicher Beobachtung als ein gemeinsames Ganzes.

Ganz ähnliche Reservestoffknöllchen wie an den unterirdischen Sprossknoten treten nun bei Chara baltica auch an den Knoten der Wurzelfäden auf. In Fig. 15 ist ein solches Knöllchen dargestellt, bei dem die einseitige Entwickelung der Knotenzellen und das Vorhandensein einer schiefen Theilungswand in der Abstammungsachse keinen Zweifel darüber lassen, dass hier wirklich ein metamorphosirter Wurzelknoten verliegt. Die Zellenmasse des Knöllchens ist auch hier in einzelne Lappen oder Zapfen zertheilt, in denen günstige Schnitte den centralen Strang grösserer Zellen erkennen lassen. Die in Fig. 15 dargestellte Wurzelknolle ist eine der grössten, die ich überhaupt beobachtet habe. Sehr häufig bleiben die Wurzelknollen kleiner und lassen dann eine lappige Zertheilung des Zellcomplexes nur undeutlich oder gar nicht erkennen. So zeigt Fig. 16 *A* einen Fall, in dem kaum mehr als 10 mit Stärke dicht erfüllte Zellen an der Zusammensetzung des Wurzelknöllchens theilnehmen. Das in Fig. 16 *B* im optischen Durchschnitt gezeichnete Knöllchen, welches von demselben Wurzelfaden stammt, wie dasjenige der Fig. 16 *A*, besteht gleichfalls nur aus wenigen Zellen. Die Anlegung des Wurzelknotens ist hier in abnormer Weise erfolgt. Die schiefe Wand, welche *im normalen Falle* sehr stark geneigt und infolge dessen S-förmig ist, verläuft hier fast genau quer durch die cylindrische Fadenzelle. Die zweite Wand, welche sonst nur ein linsenförmiges Stück an der einen Seite der rückwärts liegenden Fadenzelle herausschneidet oder höchstens, indem sie zugleich an die S-förmige Wand ansetzt, die Spitze der Zelle als primäre Knotenzelle abtrennt, verläuft hier gleichfalls mit schwacher Neigung quer durch die ganze Fadenzelle und schneidet also ähnlich wie das bei der Entstehung der Sprossknoten der Fall ist, ein kurzes cylindrisches Stück zwischen den beiden Internodien als Knotenzelle heraus, deren weitere Zertheilung dann wie gewöhnlich mit dem Auftreten einer Halbirungswand eingeleitet wird. Auf diese Weise kommt es, dass hier die Zellen, welche aus der weiteren Zertheilung des Knotens hervorgehen, nicht

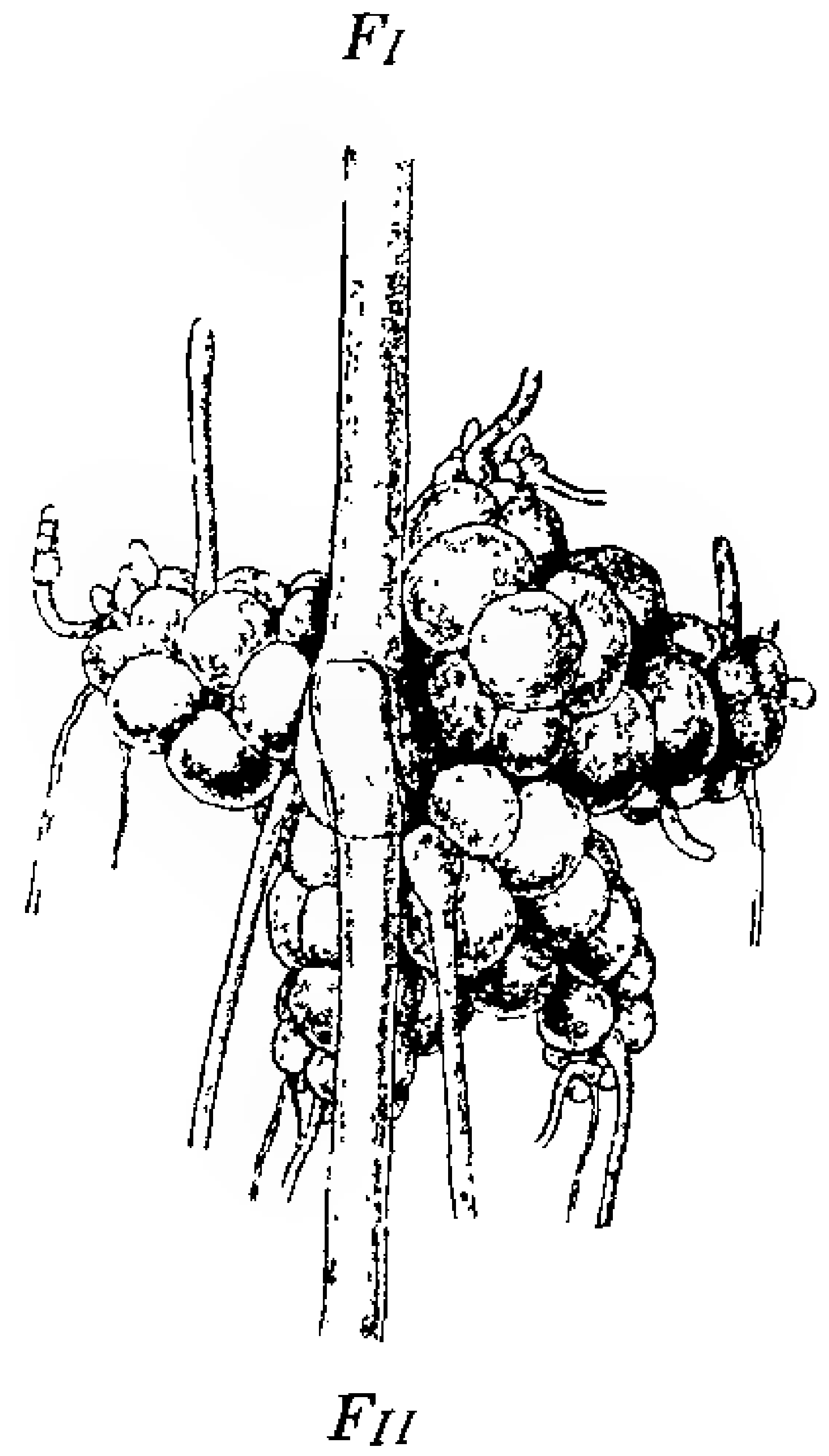


Fig. 15. Chara baltica. Wurzelknöllchen, *FI*—*FII* der das Knöllchen tragende Wurzelfaden. 11/1.

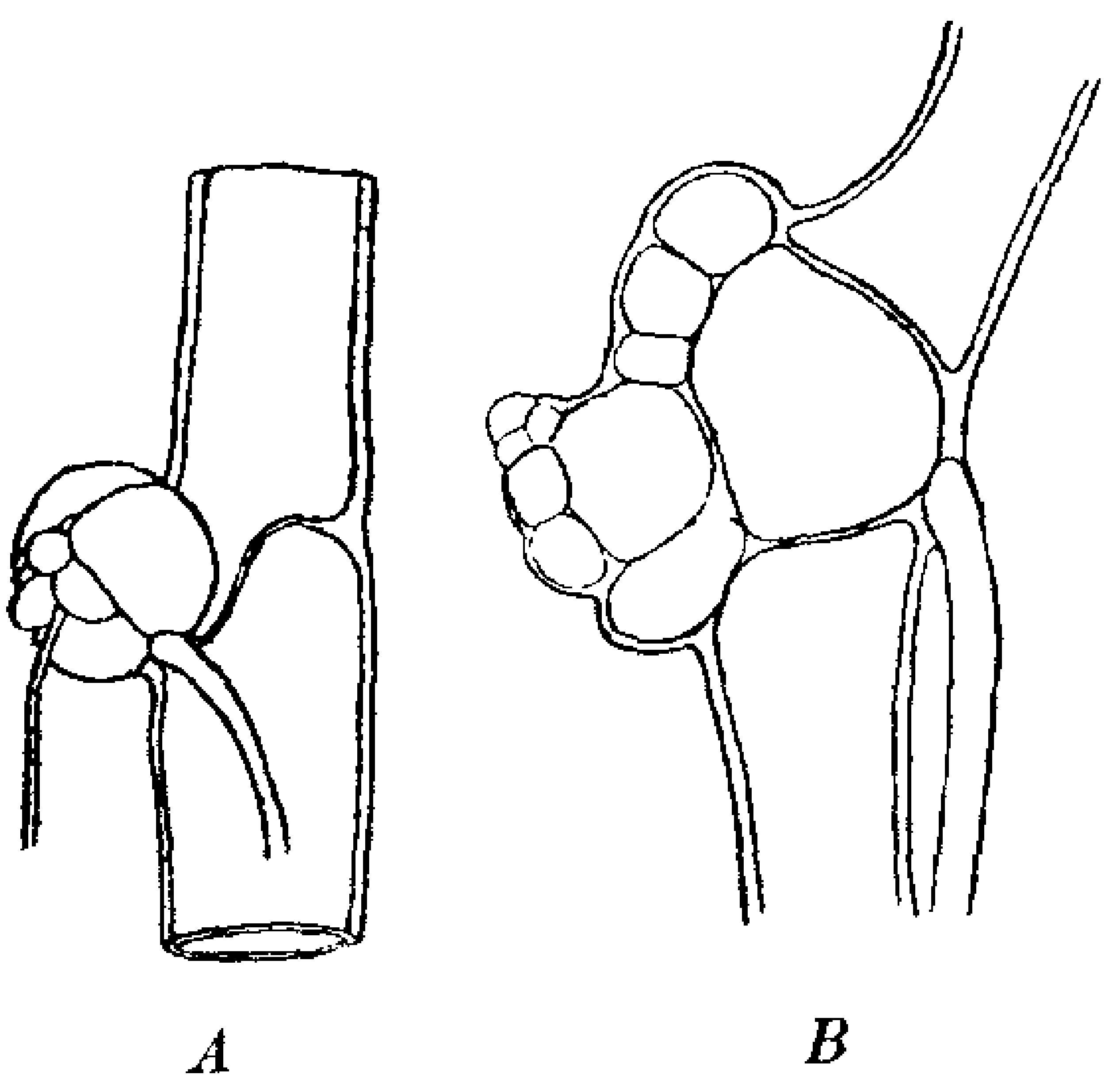


Fig. 16. Chara baltica. Wenigzellige Wurzelknöllchen. Bei *B* ist der Wurzelfaden abnorm getheilt. 30/1.

einseitig an dem Wurzelfaden entspringen, sondern rings um den Faden, wenn auch ungleichmässig, vertheilt sind. Die beschriebene Abnormität kommt gelegentlich auch bei anderen Arten vor, bei Chara baltica ist sie nicht selten. Wenn aus einem derartigen Wurzelknoten ein grösseres Knöllchen mit vielen stärkehaltigen Zellen hervorgeht, so gewinnt das Gebilde, wie Fig. 17 zeigt, einige Aehnlichkeit mit einem Sprossknoten. Das Vorhandensein anderer normaler Wurzelknoten an derselben Achse und ferner die schiefe Stellung der Theilungswände und die relativ grosse Höhe der primären Knotenzellen, endlich auch die ungleichseitige Ausbildung des Zellcomplexes können in solchem Falle als Unterscheidungsmerkmale zwischen diesen abnormen Wurzelknöllchen und den Sprossknöllchen dienen.

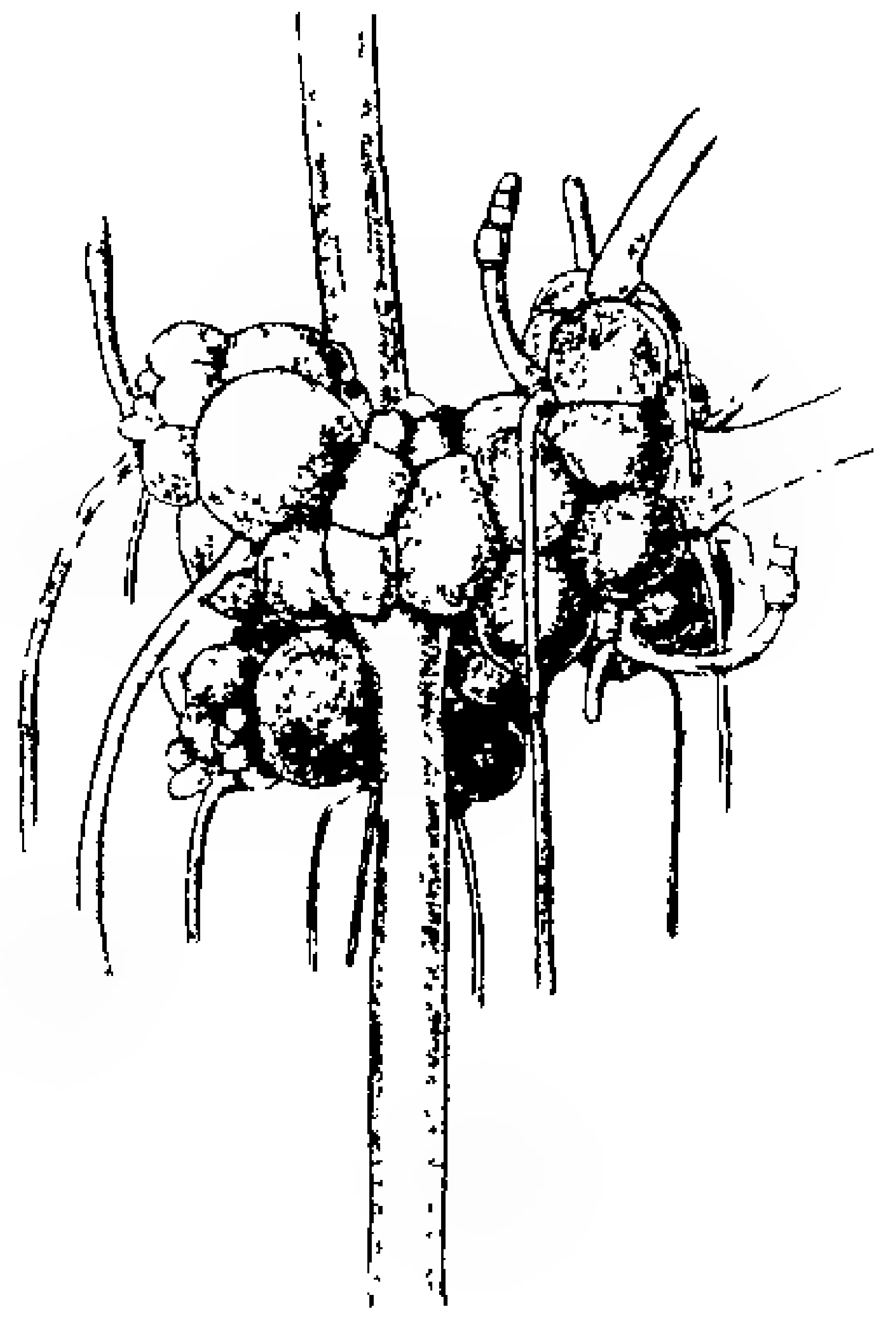


Fig. 17. Chara baltica. Grösseres Wurzelknöllchen am abnorm getheilten Knoten. 11/1.

Beim Austreiben sah ich aus den Wurzelknöllchen ausser den Wurzelfäden stets nur Zweigvorkeime hervorgehen. Es ist mir wahrscheinlich, dass darin ein principieller Unterschied zwischen Wurzelknöllchen und Sprossknöllchen besteht.

Die Wand der Knöllchenzellen ist bei Chara baltica aussen gewöhnlich sehr stark verdickt und zeigt deutliche Schichtung, nur die kleinen Zellen der Oberfläche, welche Vegetationspunkte darstellen, bleiben dünnwandiger. Im Innern zwischen den einzelnen Zellen bleiben die Wände zart bis auf starke, gleichfalls deutlich geschichtete Verdickungsleisten längs der Kanten, in denen drei oder vier Zellen zusammenstossen.

Die Stärkekörner sind meist rundlich, kreis- oder eiförmig, wenig abgeflacht und erreichen selten mehr als 60 μ im Durchmesser. Zusammengesetzte Körner sind in den Zellen der Wurzelknöllchen selten, in den Sprossknollen treten neben den einfachen Körnern bisweilen zahlreiche Zwillinge und selbst Gruppen von 4—6 Theilkörnern auf. An den kleinen Stärkekörnchen in den noch nicht sehr stärkereichen Zellen junger Knöllchen ist der Körper des Leucoplasten leicht nachweisbar. Die erwachsenen Stärkekörner zeigen eine deutliche Kernhöhlung und bisweilen schwache Andeutung einer concentrischen Schichtung. Häufiger ist eine radiale Struktur erkennbar, indem von der Kernhöhle aus viele zarte, im mikroskopischen Bild röthlich erscheinende Spalten bis fast zum Rande des Kernes ausstrahlen. Die Auflösung des Stärkekorns bei dem Austreiben der Knöllchen geht in der bekannten Weise durch Corrosion von aussen her vor sich, indem zuerst feine Kanälchen auftreten, welche sich im Innern erweitern und verzweigen.

Die mehrzelligen Knöllchen der Chara fragifera stimmen nicht in allen Punkten mit den beschriebenen Knöllchen der Chara baltica überein. Wir haben auch hier zunächst die Frage zu erledigen, ob die Knöllchen Gebilde des Sprosses oder der Wurzelfäden sind. Mein Untersuchungsmaterial stammte von dem klassischen Standort der Chara fragifera, aus dem Étang de la Canau bei Bordeaux; es war nicht gerade sehr reichlich, genügte aber, um die vorliegende Frage mit aller Sicherheit zu entscheiden.

Die Bulbillen von Chara fragifera sind, wie sich schon bei Lupenvergrösserung erkennen lässt, nicht radiär gebaut, sondern sie sind nierenförmig gestaltet, wie aus den Fig. 18 *A* und *B* ersichtlich ist. Sie besitzen also an der einen Seite eine tiefe Einfaltung, welche sich bei der Seitenansicht makroskopisch als ein dunkler Strich darstellt, so dass die von ihrer Mutterachse losgelösten Bulbillen mit blossem Auge betrachtet, mit kleinen Gerstengraupen einige Aehnlichkeit zeigen. In der seitlichen Rinne liegt nun der Anheftungspunkt verborgen, durch welchen die Körperchen mit der sie tragenden Achse in Verbindung stehen.

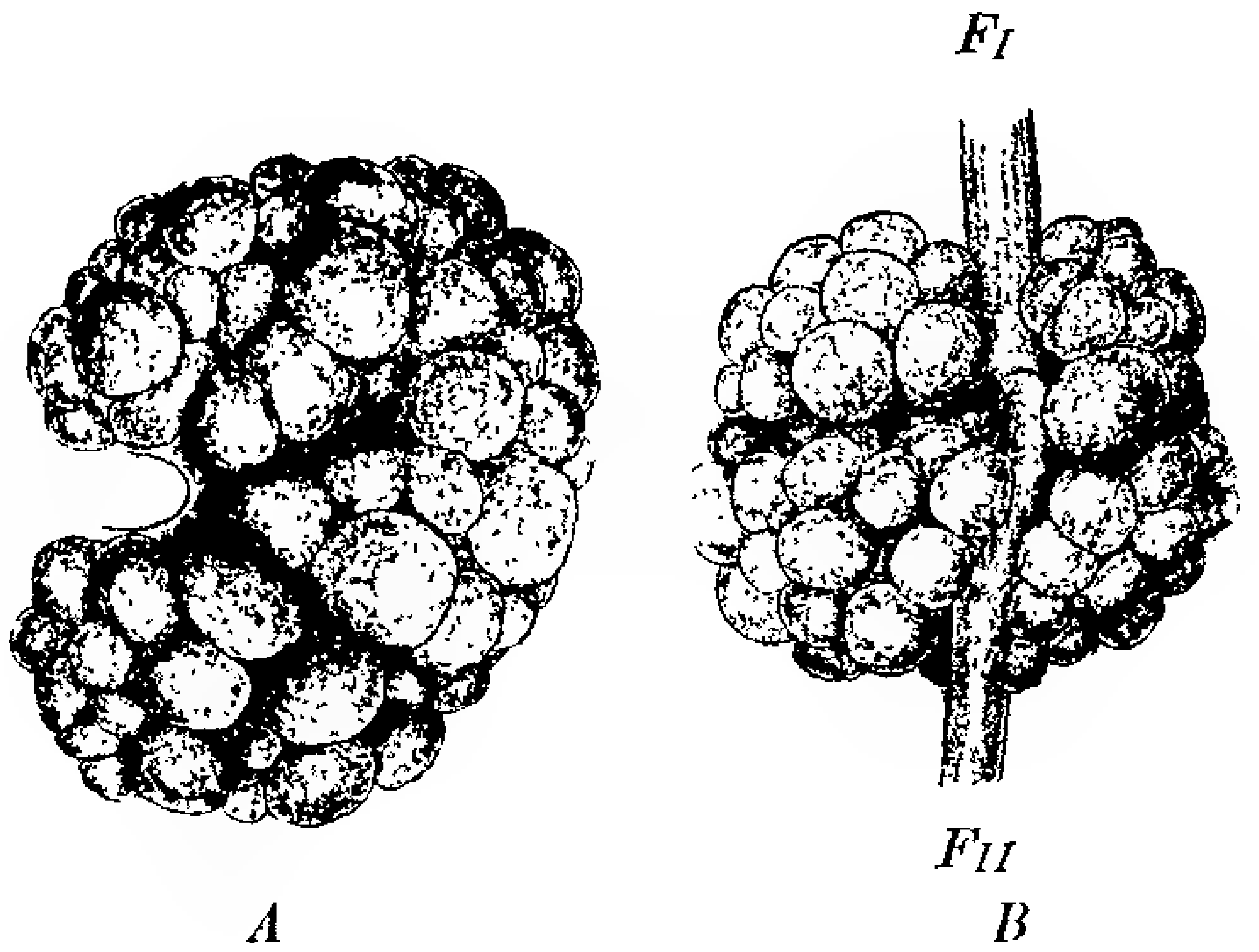


Fig. 18. Chara fragifera. Wurzelknöllchen. *A* von oben, *B* von der Seite, *F*$_I$—*F*$_{II}$ der das Knöllchen tragende Wurzelfaden. 18/1.

In der Mehrzahl der Fälle bemerkt man neben dem Knöllchen keinerlei weitere seitliche Organe an der Achse. Bei einzelnen Bulbillen ist das aber doch der Fall, wie das in der Fig. 19 gezeichnete Beispiel beweist. In diesem Falle kann kein Zweifel darüber bestehen, dass der Knoten, welcher das Knöllchen trägt, ein Sprossknoten ist. Der Längsschnitt des Knotens Fig. 19 *B* zeigt in der Achse gerade Theilungswände und die für die Sprossknoten charakteristische Zellanordnung. Da das untere Internodium der Sprosse keine Berindung besitzt, und da die Blattbildung des Knotens ausserordentlich rudimentär ist, so ist wohl anzunehmen, dass in dem vorliegenden Beispiel ein unterirdischer Knoten, vielleicht der erste Knoten eines nacktfüssigen Zweiges, der Träger des Knöllchens ist. An höher gelegenen Verzweigungsknoten der Sprosse habe ich in meinem Material keine Knöllchenbildung angetroffen.

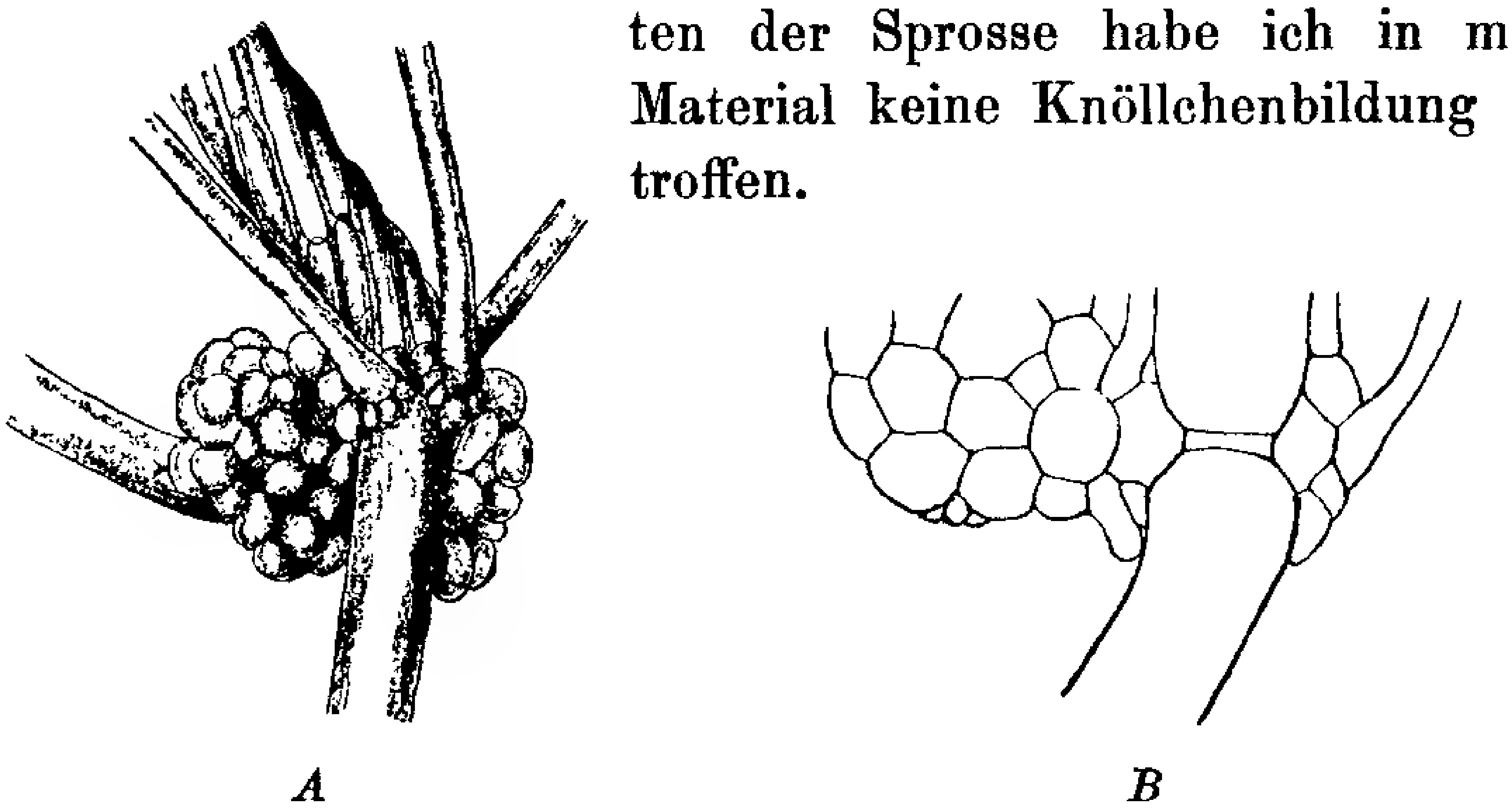


Fig. 19. Chara fragifera. Sprossknöllchen *A* von aussen 18/1, *B* im Längsschnitt 29/1.

Bei den meisten Knöllchen fehlen, wie erwähnt, an dem sie tragenden Knoten weitere seitliche Organe. Schon die darin ausgesprochene Dorsiventralität der Verzweigung lässt vermuthen, dass in diesen Fällen die tragende Achse eine Wurzel sei. Der Längsschnitt durch die Insertionsstelle des Knöllchens liefert den directen Beweis. Die Fig. 20 stellt den medianen Längsschnitt einer kleinen Bulbille dar. Die fadenförmige Achse zeigt an der Ansatzstelle des Knöllchens die für die Wurzelverzweigung charakteristische S-förmige Theilungswand. So finden wir also, entgegen der von Migula ausgesprochenen Meinung, die Ansicht Clavaud's 1) bestätigt „que les bulbilles fragiformes du Chara fragifera dépendent presque tous des racines“, — dass auch die mehrzelligen Bulbillen der Chara fragifera meistens an Wurzelfäden entspringen, dass aber vereinzelt auch derartige Bulbillen an Sprossknoten gebildet werden.

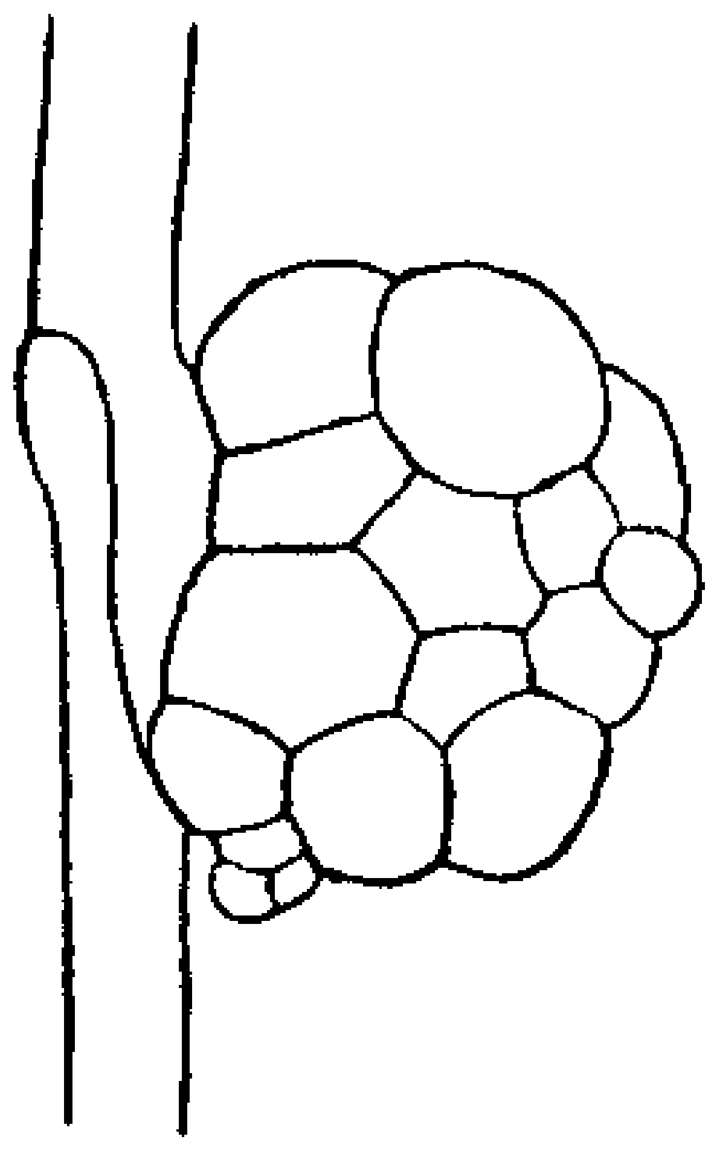


Fig. 20. Chara fragifera. Kleines Wurzelknöllchen im Längsschnitt 29/1.

Im Allgemeinen sind die Knöllchen bei Chara fragifera compact und nicht in dem Grade gelappt oder mit zapfenförmigen Vorsprüngen

---

1) a. a. O. p. 140.

versehen wie die Knöllchen von Chara baltica. An jüngeren Knöllchen lässt sich aber trotzdem aus der Vertheilung der Vegetationspunkte ersehen, dass auch hier die Entstehung der Knöllchenzellen mit den normalen Zelltheilungsvorgängen im Wurzelknoten beginnt. Die Lage der Vegetationspunkte an der Oberfläche der Knöllchenzellen lässt sich hier besonders an noch nicht völlig ausgewachsenen Knöllchen selbst an einem einzelnen Mikrotomschnitt leicht bestimmen, wenn man die Beschaffenheit des Zellinhaltes, nämlich die relative Grösse der Stärkekörner beachtet. Die Stärkekörner in den einzelnen Zellen sind nämlich annähernd von gleicher Grösse. Ihre Gestalt ist kugelig oder eiförmig, ihre Grösse steigt selten über 75 μ im Durchmesser. Zusammengesetzte Körner habe ich in den an Mikrotomschnitten durchmusterten Wurzelknöllchen nicht finden können. Von der concentrischen Schichtung ist in den Stärkekörnern wenig sichtbar, nur das Schichtencentrum tritt als oft rissig erweiterte Kernhöhle hervor. Während nun, wie erwähnt, die Stärkekörner *einer* Zelle annähernd gleiche Grösse besitzen, unterscheiden sich die Stärkekörner verschiedener Zellen oft sehr wesentlich und zwar sind dieselben um so kleiner, je näher die Zelle mit einem Vegetationspunkte in Verbindung steht, d. h. je jünger die Zelle ist. Man findet daher auf einem Mikrotomschnitt, der einen Vegetationspunkt des Knöllchens getroffen hat, stufenweise nebeneinander alle Grössen der Stärkekörner, von den grössten bis herab zu solchen, deren Durchmesser kaum 5 μ beträgt, und je kleiner die Stärkekörner in einer Zelle sind, desto gleichmässiger und desto regelmässiger kreisrund erscheinen dieselben. In gewissem Grade ist diese Erscheinung auch in den Knöllchen von Chara baltica zu beobachten, indessen bietet dort die Verzweigung ein besseres Mittel zur Erkennung der Anordnung und Entstehungsfolge der Zellen.

Ueber das Austreiben der Knöllchen von Chara fragifera habe ich selber keine Erfahrungen sammeln können, da mir kein lebendes Material zur Verfügung stand. In der Litteratur finden sich darüber nur vereinzelte Angaben. Durieu pflanzte am Anfang August Bulbillen, welche bis Mitte October zahlreiche, etwa centimeterhohe, mit Blattwirteln versehene Pflänzchen brachten. Er sagt über dieselben:[1] „Les tiges nouvelles m'ont paru s'échapper indifféremment de tous les points de la périphérie, mais elles se fout jour seulement entre les mamelons et ne partent jamais de leur sommet.“ Diese Angabe ist darauf zurückzuführen, dass diejenigen Zellen der Knöllchenoberfläche, welche als grössere Höckerchen hervortreten, stets ausgewachsene Reservestoffzellen mit grossen Stärkekörnern sind, während die zu weiterer Entwickelung befähigten Zellen der Vegetationspunkte klein bleiben und also in den Vertiefungen der Oberfläche zwischen den ausgewachsenen Stärkezellen liegen. Ob die entstandenen Pflänzchen direct als radiär gebaute Zweige aus dem Knöllchen hervorwuchsen oder ob ihre erste Anlage ein Zweigvorkeim ist, das hat Durieu nicht erwähnt. Nach der Analogie und nach meinen bisherigen Erfahrungen möchte ich aber wohl annehmen, dass auch bei Chara fragifera die Wurzelknöllchen nur Zweigvorkeime produciren können, während aus den Sprossknöllchen neben den Zweigvorkeimen auch radiäre Zweige entstehen können.

---

[1] Bull. de la soc. bot. de France 1859 t. VI, p. 182.

Während, wie wir sahen, bei Chara fragifera die Wurzelknöllchen gegenüber den zu Brutknöllchen ausgebildeten Sprossknoten an Zahl und Wichtigkeit bedeutend überwiegen, lernen wir bei Chara delicatula var. bulbillifera einen Fall kennen, bei welchem das umgekehrte Verhältniss statt hat. Alle Knoten am untern Ende der Stämmchen füllen sich mit Stärke und werden zu Ueberwinterungsorganen. Sie sind weiss gefärbt und erreichen nicht selten einen Durchmesser von mehr als 4 mm. An den Knoten der Wurzelfäden treten wohl auch einige stärkehaltige Zellen auf; die dadurch gebildeten Knöllchen erscheinen aber dem blossen Auge punktklein. Entsprechend der geringen Menge von Stärke sind auch diese Wurzelknöllchen für die Ueberwinterung und für die Erneuerung der Pflanze, wie es scheint, von untergeordneter Bedeutung.

Zwischen den Sprossknöllchen der Chara delicatula und den normalen Sprossknoten sind alle Uebergänge in sanfter Abstufung oft an demselben Stämmchen zu finden. An typischen Knöllchen mit rudimentärer Blattbildung ist die Anordnung der Zellen meist sehr unregelmässig, indem durch das nachträgliche Wachsthum der sich mit Stärke füllenden Zellen die ursprüngliche Gesetzmässigkeit in der Zellanordnung verwischt wurde. Man kann aber an Querschnittserien leicht constatiren, dass die Zellanordnung durch dieselben Theilungsvorgänge zu Stande gekommen ist, wie in den normalen Knoten. Es sind zwei Restzellen der primären Knotenzelle vorhanden, um welche sich die Gruppen der peripherischen Knotenzellen in derselben Weise anordnen, wie die Basilarknoten des Achselsprosses und der Blätter in den normalen Sprossknoten.

Die Stärkekörner in den Zellen der Knöllchen sind vorwiegend stab- oder spindelförmig, oft 4—5 mal so lang als breit, meist einfach, seltener zu zweien oder mehreren zusammengesetzt. Sie zeigen deutliche Schichtung. Die grösste gemessene Länge betrug 0,2 mm.

Ueber die Keimung der Brutknöllchen von Chara delicatula kann ich nur weniges hinzufügen. Da ich kein lebendes Untersuchungsmaterial zur Verfügung hatte, so muss ich mich auf die wenigen Angaben beschränken, die ich von vereinzelt im Herbarmaterial aufgefundenen ausgetriebenen Knöllchen entnehmen kann. Die kleinen wenigzelligen Knöllchen der Wurzelfäden fand ich stets unverändert. Ich zweifle nicht, dass aus den Zellen der Wurzelknoten unter günstigen Bedingungen auch Zweigvorkeime entstehen können, indess scheint es so, als ob für gewöhnlich die kräftigere Concurrenz anderer Vegetationspunkte die Bildung derselben zurückhält und bewirkt, dass die Stärke der Wurzelknoten später nach anderen Orten des Verbrauches fortgeführt wird. An den ausgetriebenen Sprossknöllchen sah ich ausser zahlreichen Wurzelfäden alle Arten von Seitensprossen, besonders häufig nacktfüssige Zweige. Nicht selten ist die Ausbildung von doppelten und mehrfach zusammengesetzten Knöllchen, welche, ähnlich wie bei Chara baltica, dadurch zu Stande kommt, dass die ersten Knoten der aus dem Knöllchen hervorgehenden Seitensprosse wieder zu Knöllchen werden.

IV.

Bei der Besprechung der Brutknöllchen von Chara stelligera sind wir genöthigt, zunächst eine allgemeinere Frage zur Lösung zu bringen und zwar die Frage, ob die Entwickelung der normalen Sprossknoten bei Chara stelligera bezüglich der ersten Zelltheilungen wesentlich anders verläuft als bei den übrigen Charen. Migula schreibt nämlich über diesen Punkt:

„Die Bildung des Stengelknotens und die Anlage der Blätter weicht von der der übrigen Charen etwas ab und ist wesentlich einfacher. Nachdem sich die primäre Knotenzelle differenzirt hat, scheinen sich aus dieser direct die peripherischen Zellen auszugliedern, ohne dass erst durch eine Quertheilung zwei secundäre Knotenzellen entstehen. Ich habe wenigstens auch an jungen Knoten niemals eine Querwand in der Knotenzelle wahrnehmen können, weder bei frischem, noch bei aufgeweichtem Herbarmaterial. An den jungen Sternchen habe ich dagegen einige Male Bildungen wahrgenommen, welche vielleicht eine derartige Querwand der Knotenzelle darstellten, wesshalb mir die obige Angabe noch nicht sicher erscheint.“

Es fehlte Migula offenbar an geeignetem Material, um über diese Frage endgiltig zu entscheiden. Mir war durch die Güte des

Herrn Professor Jost in Strassburg lebendes Material in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt, wofür ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank abstatte.

Die Cellulosewände der Chara stelligera sind verhältnissmässig schwach und hinfällig; es ist desshalb nicht leicht, gute Handschnitte, besonders durch jüngere Sprosstheile, zu bekommen, was ja bei andern Arten oft ohne grosse Mühe gelingt. Auch bei der Vorbereitung für das Mikrotom macht die Neigung der jungen Zellen zum Schrumpfen einige Schwierigkeiten. Gute Mikrotomschnitte geben ein sehr klares Bild und lassen ohne Weiteres die von Migula in Frage gestellte Zellanordnung in den Sprossknoten erkennen. Die Fig. 21 gibt einige Querschnitte verschieden alter Sprossknoten wieder, aus denen die Reihenfolge der Zelltheilungen unschwer abgeleitet werden kann. Die Abbildungen I, II und III sind Querschnitte der drei jüngsten Knoten eines einzigen Sprosses, IV und V sind Zwischenstadien zwischen I und II, welche von andern Sprossspitzen genommen wurden. In der Abbildung I ist nur erst eine einzige Theilungswand in der Knotenzelle zu sehen, eben diejenige, welche die Zelle in zwei secundäre Knotenzellen zerlegt, in denen vorübergehend je ein ruhender Zellkern auftritt. Die Wand verläuft in ihrer ersten Anlage vollkommen gerade und theilt die Zelle in annähernd gleiche Hälften.

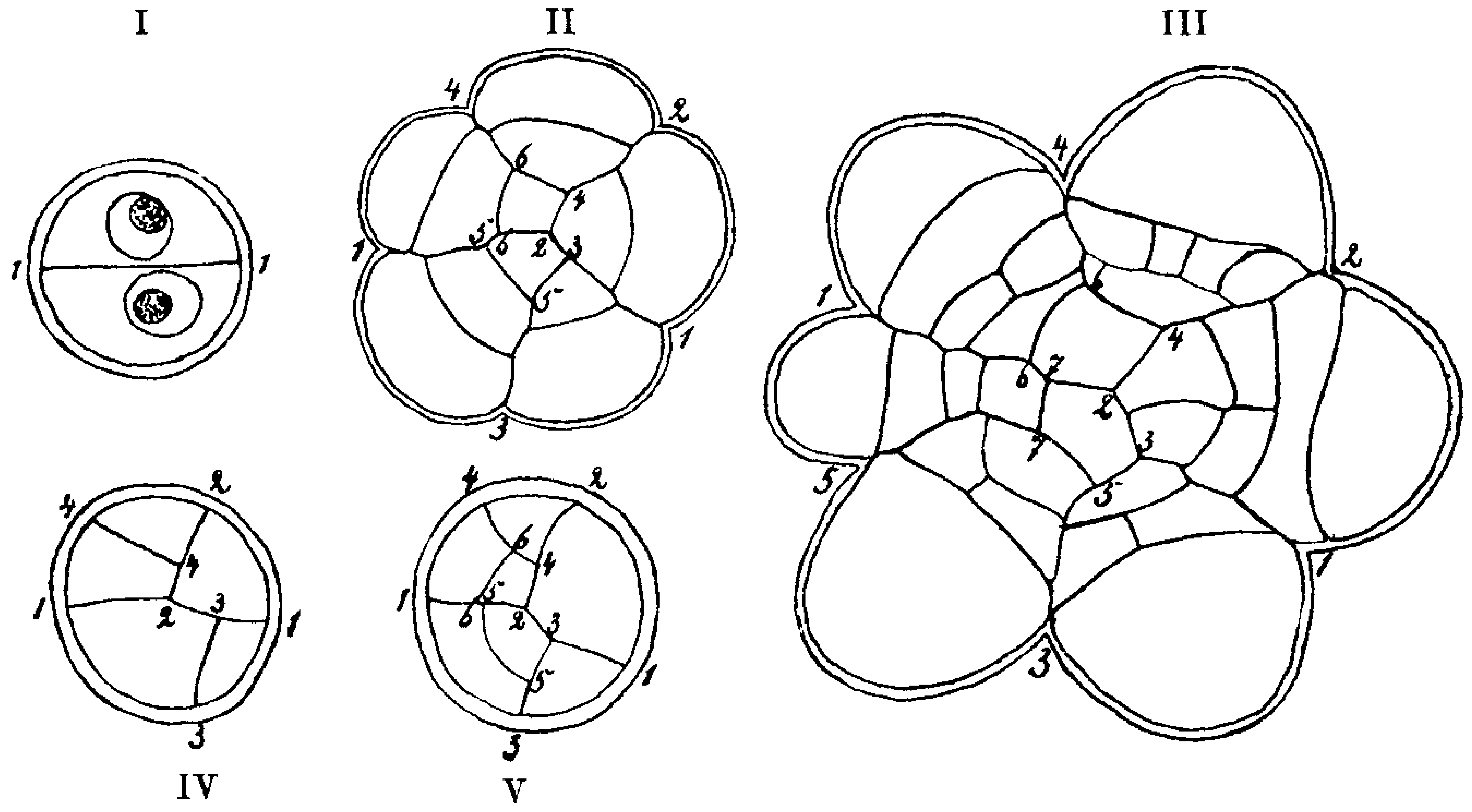


Fig. 21. Chara stelligera. Querschnitte junger Sprossknoten. I, II und III sind die Querschnitte der drei jüngsten Knoten des nämlichen Sprosses. IV und V sind Zwischenstadien zwischen I und II, welche an andern Sprossen beobachtet wurden. 240/1.

Das Vorhandensein ruhender Kerne in den Hälften beweist, dass die Halbirungswand wenigstens für kurze Zeit die einzige Wand in dem Knoten ist. Auch in den übrigen schon weiter entwickelten Knoten ist diese erste Wand leicht auffindbar, sie ist in den Figuren mit 1—1 bezeichnet. In der Abbildung IV sind drei weitere Wände aufgetreten, von denen die älteste 2—2 sich fast in der Mitte an die erste Wand ansetzt. Auf diese Weise wird von der einen Hälfte der ursprünglichen Knotenzelle, d. h. von der einen secundären Knotenzelle, ein sehr grosses Stück als erste peripherische Zelle abgeschnitten. Die später entstehenden peripherischen Zellen, welche durch die Wände 3—3 und 4—4 von den secundären Knotenzellen abgetrennt werden, sind kleiner und erfahren auch in der Folge eine weniger weitgehende Entwickelung als die erste. In Fig. V zeigt sich, dass der verbliebene Rest jeder der beiden secundären Knotenzellen durch eine Wand 5—5 resp. 6—6 in eine peripherische Zelle und in ein centrales Reststück zerlegt wird. Auf diese Weise sind also fünf peripherische Zellen entstanden, welche den Ausgangspunkt für weitere Entwickelung bilden, und zwei centrale Zellen, die Reste der secundären Knotenzellen, welche in der Folge keine Zelltheilungen mehr erfahren. Die Zahl der peripherischen Zellen des Knotens ist nicht immer gleich fünf, meist treten an kräftig entwickelten Sprossspitzen höhere Zahlen, besonders häufig die Sechszahl auf (vergl. Fig. 21, III).

Die zuerst ausgebildete peripherische Zelle ist, wie erwähnt, von allen die grösste und auch in der weiteren Entwickelung vor den übrigen bevorzugt, schon bevor sich ihre Aussenwand über den Umriss des Sprossknotens emporwölbt, verändert die Zelle ihren Umriss und drängt sich derart in die angrenzende secundäre Knotenzelle hinüber, dass die ursprünglich gerade verlaufende Halbirungswand 1—1 des Knotens an der Ansatzstelle der Wand 2—2 geknickt erscheint, wie das schon in der Fig. V ersichtlich ist, besonders aber in den älteren Stadien, welche in den Figuren II und III dargestellt sind, deutlich hervortritt. Es soll hier auf die Entwickelung der peripherischen Zellen nicht näher eingegangen werden, nur das muss noch erwähnt werden, dass alle peripherischen Zellen zu Blättern auswachsen, dass aber die zuerst gebildete ausserdem noch einem Achselspross den Ursprung gibt, und dementsprechend schon von Anfang an durch die Anordnung der auftretenden Theilungswände von ihren Nachbarinnen verschieden ist. Wir können diese Angabe benutzen, um nun auch in ausgewachsenen Sprossknoten, in denen die grosse Zahl der Zellen die Orientirung erschwert, den Verlauf der ursprünglichen Halbirungswand und die beiden Reststücke der secundären Knotenzellen aufzusuchen.

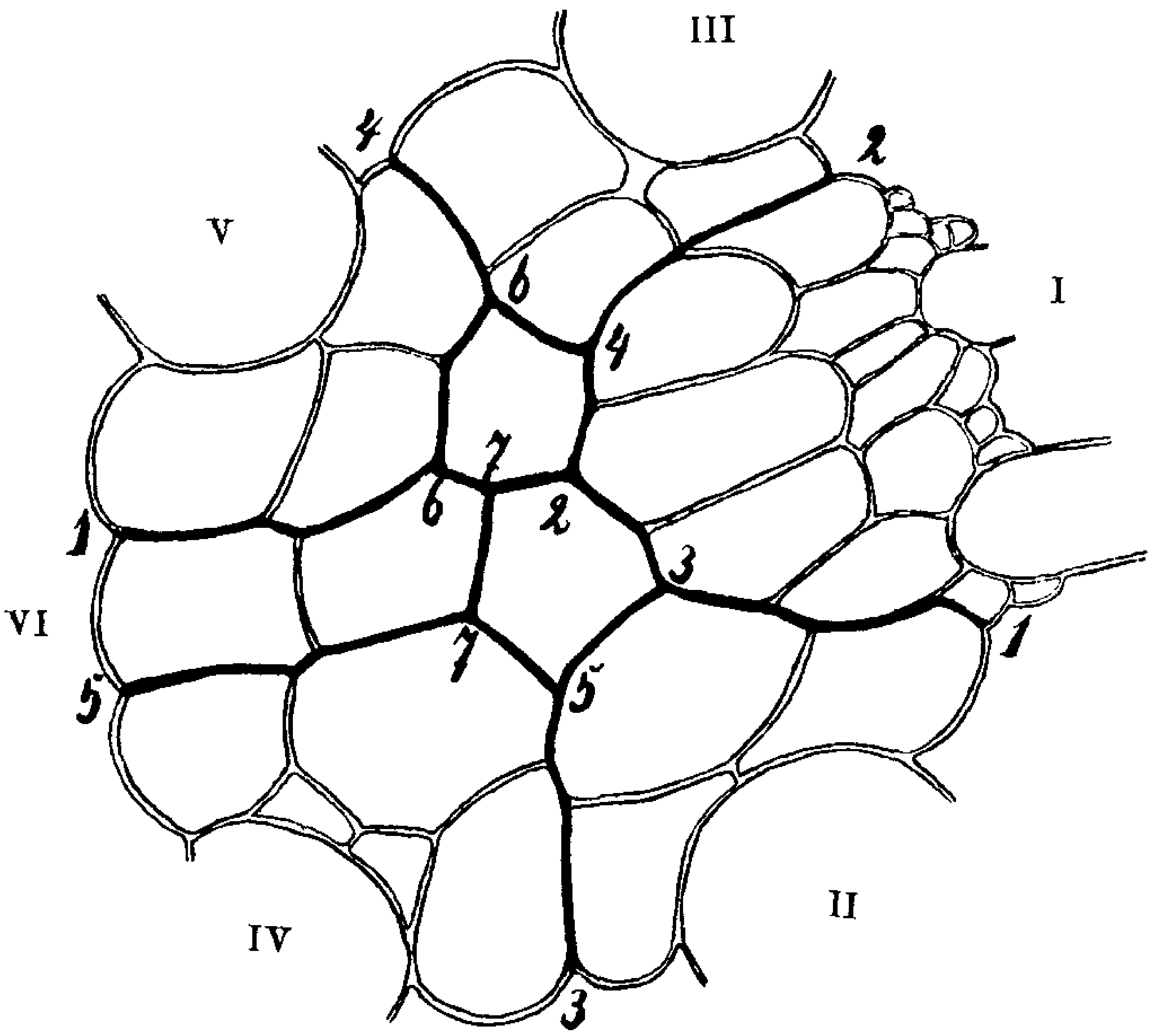


Fig. 22. Chara stelligera. Mittlerer Querschnitt eines älteren Sprossknotens. 42/1.

In Fig. 22 ist der mittlere Querschnitt eines älteren Sprossknotens nach einem Mikrotompräparat dargestellt. Die Zeichnung weicht, wie schon eine oberflächliche Vergleichung lehrt, in wesentlichen Punkten von dem Schema ab, welches Migula in seiner Fig. 73*c* gegeben hat. Während dort ringsherum an der Basis der ersten Blattinternodien die Zellen des Knotens genau gleichmässig ausgebildet und angeordnet sind, zeigt das nach der Natur gezeichnete Bild eine annähernde Uebereinstimmung nur in denjenigen Abschnitten des Knotens, welche unterhalb der mit II, III, IV und V bezeichneten Blattreste liegen; in dem mit I bezeichneten Knotenabschnitt ist die Zellanordnung dagegen wesentlich anders, bedeutend complicirter und wir dürfen daraus nach dem früher Gesagten schliessen, dass dieser Abschnitt dem zuerst entstandenen Segment des Knotens entspricht, welches ausser einem Blatt zugleich den Achselspross entstehen lässt. Durch Vergleichung mit den oben besprochenen jüngeren Entwickelungszuständen des Sprossknotens gelingt es nun leicht, den Verlauf der Halbierungswand und der successiven Theilungswände aufzufinden. In der Fig. 22 sind diese zuerst entstandenen Wände einfach und mit stärkeren Linien gezeichnet und dadurch von den übrigen doppelt contourirten Wänden abgehoben. Die Bezeichnung der Wände durch Nummern entspricht genau der in Fig. 21 angewendeten Bezeichnungsweise, eine directe Vergleichung dieser Figuren wird am schnellsten die Richtigkeit meiner Deutung und Numerirung ergeben.

Wir sehen, dass sich Chara stelligera in Bezug auf die ersten Theilungsvorgänge in den Sprossknoten von den übrigen Charen nicht unterscheidet. Da Migula auch über das Vorkommen der Halbirungswand in den zu Brutknöllchen werdenden Stengelknoten nur eine unsichere Angabe machen kann, so wird es wohl nicht überflüssig sein, zu bemerken, dass dort die ersten Theilungswände genau so auftreten wie in den beblätterten Knoten, deren Bau wir im Vorstehenden näher untersucht haben, und dementsprechend habe ich an ausgewachsenen Sternchen die Halbierungswand und die Reststücke der beiden secundären Knotenzellen an Mikrotomschnitten in allen Fällen leicht auffinden können. Um nicht die Zahl der Figuren bei meiner Arbeit übermässig anwachsen zu lassen, unterlasse ich es, diese an sich schon wahrscheinliche Thatsache durch Abbildungen zu belegen.

Es zeigt sich also, dass bezüglich der Zelltheilungsfolge ein Unterschied zwischen den gewöhnlichen Sprossknoten und den sternförmigen Brutknöllchen nicht constatirt werden kann. Auch bezüglich der Ablagerung von Stärke in den meisten Zellen des Knotens verhalten sich die oberirdischen Sprossknoten ebenso wie die unterirdischen Sternchen, und infolge dessen finden wir die ersteren zur Erzeugung neuer Sprosse nicht minder geeignet als die letzteren. In der normalen Entwickelung der Pflanze sterben am Ende der Vegetationsperiode nur die Internodialzellen der Sprosse und die Blätter ab, die Knoten werden dadurch isolirt und können beim Wiederbeginn der Vegetationszeit neue Sprosse in grösserer Anzahl erzeugen. Wir haben also keinen Grund, den oberirdischen Knoten im Gegensatz zu den sternförmigen Knoten der unterirdischen Sprosse die Bezeichnung als Bulbillen zu versagen. Ueberhaupt sind die Unterschiede der beiderlei Gebilde keinswegs sehr eingreifender Natur und grossentheils durch directe Beeinflussung von aussen her zu erklären.

Am auffälligsten ist das verschiedene Verhalten der beiden Knotenarten bezüglich der Beblätterung. An den oberirdischen Sprossknoten sehen wir die Blätter sich schon früh zu mehr oder minder langen Assimilationsorganen entwickeln, welche unter Umständen auch Träger von Geschlechtsorganen sind. Nach einer verhältnissmässig kurzen Lebensdauer, spätestens am Ende der Vegetationsperiode, zerfallen die Blätter vollständig, so dass an dem ausdauernden Knoten ausser der grubigen Vertiefung zwischen den Zellen der Basilarknoten keine Spur der Blätter mehr zu finden ist. An den unterirdischen Bulbillen stellen die den Blättern entsprechenden Glieder kurze Zäpfchen dar, deren Zellen durch die im Innern aufgehäufte Stärke weiss erscheinen und die während der ganzen Lebensdauer des Knotens erhalten bleiben. Es wäre an sich denkbar, dass die Strahlen der Bulbillen schon in ihrer ersten Anlage eine von der Ausbildung der normalen Blätter verschiedene Entwickelungsrichtung einschlagen, jedenfalls wird es nöthig sein, das Gegentheil, das unserer Auffassung von der Natur der Bulbillen entpricht, sicher zu constatiren. Es möge desshalb hier noch kurz auf die Eigenthümlichkeiten der Blattbildung eingegangen werden.

Die Blätter der oberirdischen Sprossknoten bestehen bei Chara stelligera, von den Basilarzellen abgesehen, in der Regel nur aus zwei annähernd cylindrischen Internodialzellen und einem zwischen ihnen eingeschalteten scheibenförmigen Knoten. Der letztere besteht bei den verschiedenen Blättern eines Sprosses, ja eines Quirls, aus ungleich vielen Zellen und auch die Zahl der aus demselben zur Entwickelung kommenden Blättchen ist nicht constant. Bisweilen unterbleibt die Blättchenbildung gänzlich, bisweilen treten 1 oder 2, selten 3 Blättchen an der zum Spross gewendeten Seite eines Knotens auf. Aus dem Knoten entspringen ausserdem bei fertilen Exemplaren die Sporenknöspchen oder die Antheridien.

So verschieden nun auch die endliche Ausgestaltung der Blattknoten sein kann, so sind doch, wie ich an zahlreichen Beispielen constatirte, die ersten Theilungen in der scheibenförmigen Zelle, welche zum Blattknoten wird, überall dieselben bezüglich der Richtung und der zeitlichen Aufeinanderfolge der Theilungswände. Erst im späteren Verlauf der Entwickelung treten Ungleichmässigkeiten ein, welche zum Theil durch directe Beeinflussung von aussen bedingt sein mögen. An der Hand der nach Mikrotomschnitten angefertigten Querschnittbilder von Blattknoten, welche in Fig. 23 zusammengestellt sind, wird es uns leicht gelingen, die Theilungsvergänge in der zum Blattknoten werdenden Scheibenzelle zu verfolgen. Alle Abbildungen in der Figur sind so orientirt, dass die Seite des Blattknotens, welche bei der Anlage der Sprossachse zugekehrt war, nach unten gerichtet ist. Die Zertheilung der scheibenförmigen Knotenzelle des Blattes beginnt stets damit, dass an der der Abstammungsachse des Blattes zugekehrten Seite durch eine bogenförmige Wand eine Segmentzelle abgeschnitten wird. In den Abbidungen der Fig. 23 ist diese erste

Wand übereinstimmend mit 1—1 numerirt. Die Abbildung I zeigt ausser dieser schon eine weitere Theilungswand 2—2, welche, fast in der Mitte der ersten Wand ansetzend, bogenförmig nach rechts zum Knotenumfang verläuft und also eine zweite peripherische Zelle von der Knotenzelle abschneidet. Die dritte Wand 3—3 setzt sich gleichfalls an die erste an, wendet sich aber mit 2—2 divergierend nach links

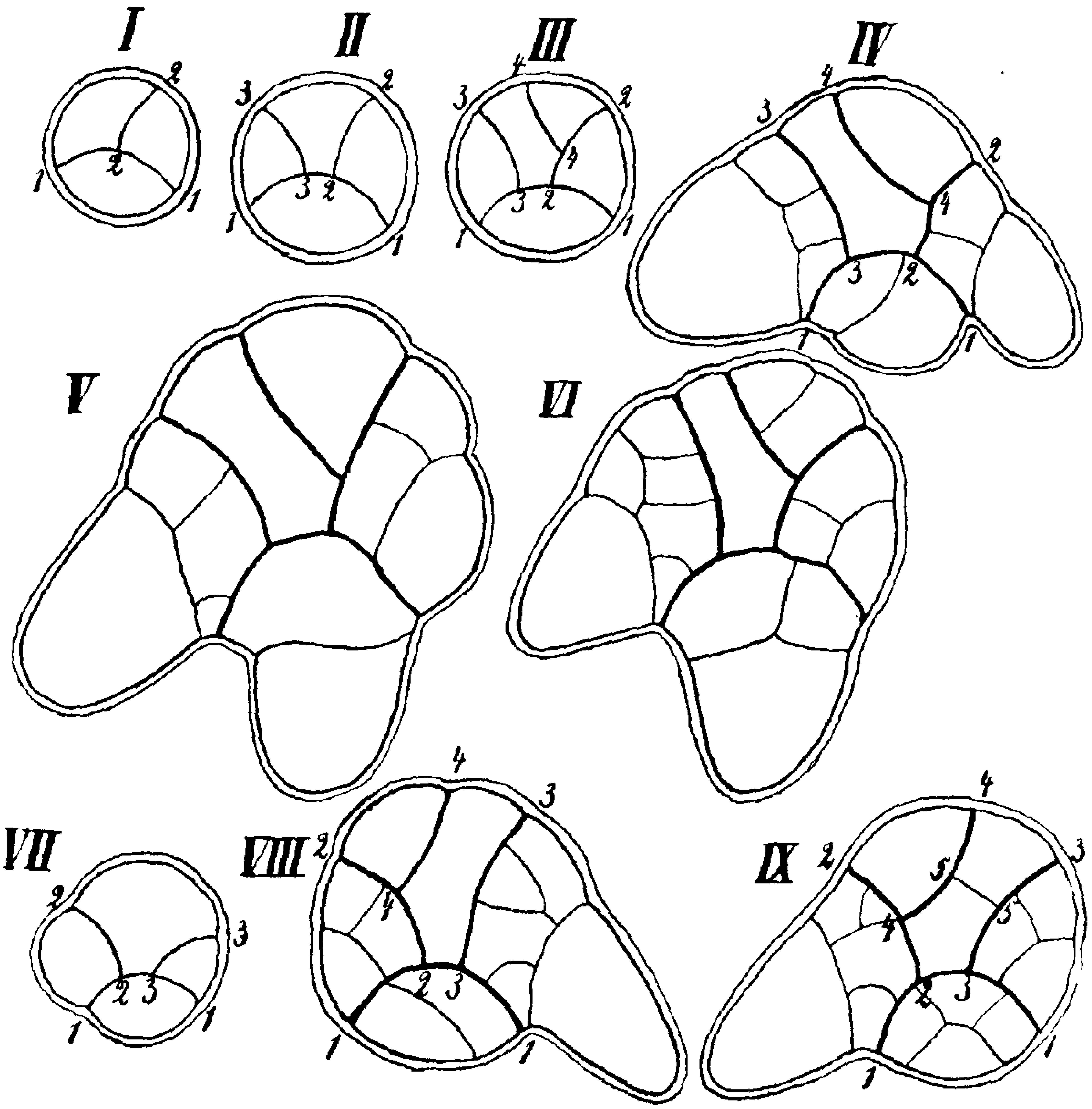


Fig. 23. Chara stelligera. Die Entwickelungsstadien der Blattknoten. 240/1. Vergl. Text auf Seite 424.

zum Umfang des Knotens. Zu den so gebildeten drei peripherischen Zellen kommt dann noch eine vierte, indem von der Wand 2—2 aus zum Umfang gehend eine weitere Theilungswand 4—4, welche nur schwach bogenförmig gekrümmt ist, das Reststück der ursprünglichen Knotenzelle in zwei, wenn auch verschieden gestaltete, doch annähernd gleich grosse Theilzellen zerlegt. Fig. 23 II zeigt das dadurch erreichte Theilungsstadium. Es sind also nunmehr im ganzen vier peripherische Zellen von der ursprünglichen Knotenzelle abgeschnitten und ausserdem ist noch ein Reststück der Knotenzelle vorhanden, welches zwischen den Wänden 3—3 und 4—4 gleichfalls die Peripherie des Knotens erreicht.

Dieses Stadium bildet mit geringen Abweichungen in allen untersuchten Fällen die Grundlage für die weitere Zertheilung der vegetativen Blattknoten und es ist auch an älteren, vielzelligen Blattknoten nicht schwer, die ersten Theilungswände und ihre gegenseitige Lage zu reconstruiren. Die weitere Zertheilung des Knotens geht, wie die Abbildungen IV, V und VI der Figur zeigen, hauptsächlich von den peripherischen Zellen aus und zwar sind diese Zellen in gewissem Grade nach ihrer Entstehungsfolge bei der Weiterentwickelung bevorzugt. Der Rest der primären Knotenzelle bleibt gewöhnlich von der weiteren Entwickelung ausgeschlossen. Bisweilen tritt indessen in demselben, wie die Abbildung IX erkennen lässt, eine Theilungswand 5—5 auf, so dass dann eine weitere peripherische Zelle und ein central gelegenes Reststück der primären Knotenzelle resultieren. Die Abbildung IX zeigt zugleich eine weitere Eigenthümlichkeit bezüglich der Anordnung der ersten Theilungswände. Während in den oben besprochenen, in Abbildung I—VI dargestellten Fällen die zweite peripherische Zelle in der rechten Hälfte des Knotens liegt, verläuft die Theilungswand 2—2 von ihrer Ansatzstelle an 1—1 aus nach links zur Peripherie. Die Wand 3—3 tritt hier ebenfalls umgekehrt wie in den vorher besprochenen Fällen rechts auf und die Wand 4—4 dagegen wieder links. Aus den in der Abbildung VII und VIII wiedergegebenen etwas jüngeren Stadien ähnlicher Knoten ist die Richtigkeit dieser Numerirungsweise leicht zu ersehen. Die hier dargestellten Blattknoten sind also nur die Spiegelbilder der gleichen Stadien in der ersten Reihe, im Uebrigen aber herrscht bezüglich der relativen Lage der Wände volle Uebereinstimmung. Welche Ursachen dabei mitwirken, ob die zweite peripherische Blattknotenzelle rechts oder links von der ersten gebildet wird und welche Correlationen zwischen diesen Verschiedenheiten und der Lage der Organe zu einander bestehen, werde ich in einer späteren Abhandlung in einem andern Zusammenhang klar zu legen suchen, hier genügt uns die Constatirung der Thatsache, welche bei der directen Vergleichung der vegetativen Blattknoten mit den Knoten der Sternchenstrahlen wohl berücksichtigt werden muss.

Zu einer entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung der Sternchenstrahlen brauchbares Material in genügender Menge zu erlangen, ist äusserst schwierig, selbst wenn man in der nächsten Nachbarschaft eines Standortes der Pflanze wohnt. Meine Versuche, an cultivirten Exemplaren knöllchentragende Aeste zu erzielen, waren bisher hauptsächlich wohl wegen der Kürze der Zeit ohne Erfolg. Ich musste mich also auf das Studium ausgewachsener Knöllchen beschränken. Die auf diese Weise erlangten Resultate sind indess so vollkommen eindeutig, dass das Fehlen der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung kaum als ein Mangel empfunden werden kann. Die Knoten an den Strahlen der sternförmigen Bulbillen sind nämlich meist nur aus wenigen Zellen zusammengesetzt, welche wohl bezüglich ihrer Grösse und ihres Zellinhaltes von den Zellen der jugendlichen Blattknoten abweichen, hinsichtlich ihrer Lagerung und gegenseitigen Beziehung dagegen mit jenen völlig übereinstimmen. Die directe Vergleichung der Fig. 23 mit den in Fig. 24 gezeichneten Querschnitten einiger Knoten aus den Strahlen unterirdischer Knöllchen wird das ohne Weiteres ergeben. Ich muss aber dabei bemerken, dass der Vergrösserungsmassstab, in dem die Abbildungen der Fig. 24 dargestellt sind, nur ein Viertel von der in Fig. 23 angewendeten Vergrösserung beträgt. Die Figuren sind auch

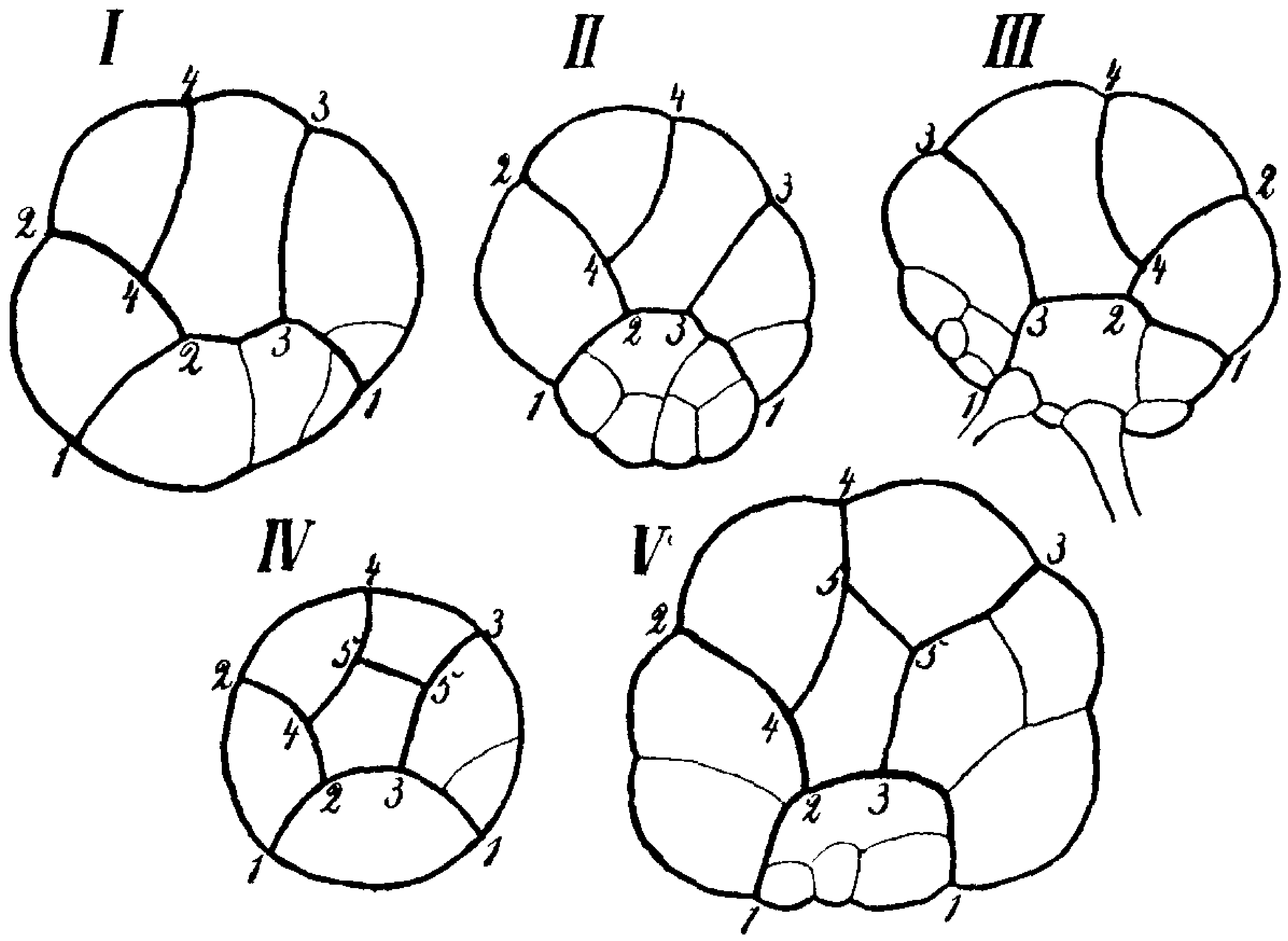


Fig. 24. Chara stelligera. Querschnitte durch verschiedene Blattknoten eines sternförmigen Knöllchens. 60/1.

hier wie in Fig. 23 so angeordnet, dass die Oberseite des Blattes, d. h. die Stelle des Knotens, welche der zur Abstammungsachse gegewendeten Seite eines oberirdischen Blattknotens entspricht, nach unten gerichtet ist. Die Numerirung der Wände entspricht ebenfalls der in Fig. 23 angewendeten. Es ergibt sich, dass auch bei den Knoten der Sternchenstrahlen die erste Wand 1—1 an der Blattoberseite eine peripherische Zelle abschneidet. In der Fig. III liegen die zweite und vierte Wand in der rechten Hälfte der Knotenzelle, in den übrigen Figuren treten sie in der linken Hälfte auf. Die Wand 5—5 ist in den ersten drei Figuren nicht vorhanden, in den beiden letzten schneidet sie von dem Reststück der Knotenzelle eine weitere peripherische Zelle ab. Wir sehen also, dass die Knoten der Knöllchenstrahlen in der ersten Anlage genau dieselben Eigenthümlichkeiten zeigen wie die Knoten der oberirdischen Blätter. Auch insofern kann noch eine Uebereinstimmung constatirt werden, als bei der weiteren Entwickelung der peripherischen Zellen die zuerst gebildeten bevorzugt sind. Während die seitlichen und besonders die rückwärts gelegenen peripherischen Zellen ohne weitere Theilungen zu ihrer definitiven Grösse heranwachsen und sich mit Reservestoffen füllen, werden die zuerst abgeschnittenen Zellen meistens weiter zertheilt, es wird meistens in unmittelbarer Nähe des Knotenumfanges eine grössere Zahl kleiner Zellen abgeschnitten, welche in mehreren Stockwerken übereinander gelagert sind. In den Figuren ist natürlich nur eine Lage derselben, nämlich diejenige, welche zufällig von der Schnittebene getroffen wurde, gezeichnet. Aus diesen oberflächlich gelegenen Tochterzellen der ursprünglichen peripherischen Zellen gehen bei der Keimung der Knöllchen Wurzelhaare oder auch neue Sprossanlagen hervor.

Die Unterschiede, welche zwischen den Blättern der oberirdischen Sprossknoten und den Strahlen der Bulbillen bestehen, sind also wie die Unterschiede zwischen den zweierlei Knoten selber nur secundärer Natur. Die erste Anlage erfolgt mit der gleichen Regelmässigkeit wie bei den oberirdischen Sprossknoten, aber die Internodialzellen bleiben klein, die Knotenzellen theilen sich weniger reichlich und in fast allen Zellen treten Stärkekörner in grösster Menge auf. Im Grunde genommen handelt es sich hier um dieselbe Erscheinung, wie bei der Entstehung der Reservestoffbehälter der Blüthenpflanzen, nämlich um eine Entwickelungshemmung in der Gewebebildung. Hier, wie dort erreichen die ganz normal angelegten Zellen nicht den vollen Grad der innern Ausbildung, sie bleiben weniger differenzirt und mehr dem embryonalen Zustande ähnlich, ein Umstand, der ja für die Erhaltung und Neubildung von Vegetationspunkten besonders günstig sein muss.

Bevor wir zur Betrachtung des Keimungsvorganges übergehen, möge noch kurz die Beschaffenheit der Stärkekörner besprochen werden. Montagne[1]) gibt bei seiner mehrfach erwähnten Arbeit über die Vermehrung der Charen durch Bulbillen auch Abbildungen der Reservestärke von Chara stelligera und erwähnt mehrfach, dass die Form der Stärke ebenso wie die Form der Bulbillen bei den verschiedenen Characeen verschieden sei, ohne sich indess auf die Darstellung der Unterschiede näher einzulassen.

Neben einfachen Körnern von respectabler Grösse kommen auch zusammengesetzte mit 2 bis 4, selten mehr Theilkörnern vor. Die Theilkörner sind bisweilen nur locker aneinandergefügt und zerfallen dementsprechend leicht bei der Präparation trockener Sternchen. In lebenden Bulbillen werden sie wenigstens anfänglich durch die vom Leucoplasten gebildete gemeinsame Hülle zusammengehalten. Besonders deutlich erkennt man das in den Zellen der oberirdischen Sprossknoten, in denen die Stärkebildner grün gefärbt sind. Dort findet man nicht selten grosse Körnergruppen von einer gemeinsamen Hülle umgeben, welche an den Stellen, wo sie am dicksten ist, deutlich grün erscheint. Wir finden hier also ganz ähnliche Verhältnisse wie sie von Dodel[2]) und von Binz[3]) für Pellionia Daveauana und von Arthur Meyer[4]) unter Berichtigung der Angaben der beiden letztgenannten Autoren von derselben Pflanze, sowie von einigen andern beschrieben und abgebildet worden sind. Die verhältnissmässig grossen Stärkekörner oder Körnergruppen sind, wie überall deutlich ersichtlich, stets ganz von dem Stärkebildner umschlossen. Wegen der Grösse der Körner, ihrer Vielgestaltigkeit und ihrer Zusammensetzung, sowie wegen der Deutlichkeit der Stärkebildner auch bei verhältnissmässig schwacher Vergrösserung dürfte die Stärke aus den Knoten der Chara stelligera, wo sie leicht zu beschaffen ist, für Uebungskurse noch günstiger sein als die von Dodel und Arthur Meyer empfohlene Pellionia-Stärke. Ob auch hier vorübergehende Lösungsvorgänge im Anschluss an die Ausbildung seitlicher Organe die Form der Stärkekörner und die Spaltenbildung in ihrem Innern beeinflusst, habe ich, weil es mit meiner Fragestellung nicht im direkten Zusammenhange lag, vorerst nicht weiter verfolgt, ich glaube aber, dass auch für darauf abzielende Untersuchungen die Stärke der Chara stelligera besonders günstig ist. Um dem Leser eine Vorstellung von den grossen, schön und deutlich geschichteten Stärkekörnern in den Sprossknoten der Chara stelligera zu geben, habe ich einige derselben in Fig. 14 auf Tafel I zur Darstellung gebracht. Ganz einfache Körner trifft man in den oberirdischen Knoten seltener als die zusammengesetzten, unter den letzteren kommen neben andern gelegentlich auch halbzusammengesetzte mit gemeinsamen Aussenschichten vor. In den Zellen der sternförmigen Bulbillen ist die Zahl der einfachen Stärkekörner gewöhnlich grösser als diejenige der zusammengesetzten.

---

[1]) Ann. des scienc. nat. III. Serie t. 18 pl. 2 Fig. 5 u. 6.

[2]) Flora 1892 pag. 267.

[3]) Flora 1892, Ergänzungsband pag. 35.

[4]) Untersuchungen über die Stärkekörner 1895.

Bei der Keimung der Bulbillen werden die Stärkekörner in der gewöhnlichen Weise durch Diastasewirkung aufgelöst und verschwinden allmählich aus den durchsichtig werdenden Zellen, deren Inhalt während des Keimungsvorganges lebhafte Rotation zeigt. Ich habe zum Studium des Keimungsvorganges wieder die gleiche Methode verwendet, die ich bei der Keimungsgeschichte der Bulbillen von Chara aspera eingehend beschrieb. Die im Deckglaspräparat befindlichen Sternchen entwickelten schon nach wenigen Tagen zahlreiche Haarwurzeln und nach und nach traten mehrere Sprosse auf, die sich Monate lang normal verhielten. Ein derartiges zum Austreiben gebrachtes Sternchen ist in Fig. 25 abgebildet. Die Figur lässt erkennen, dass die Wurzelfäden sowohl wie die Sprossanlagen aus der Oberseite der Sternchen, d. h. aus der zur Sprossspitze hin gerichteten Seite derselben entspringen. Man erkennt an dieser Seite deutlich zwei grubenförmige Vertiefungen zwischen den Zellen, von denen die grössere, mehr central gelegene der Stelle entspricht, an

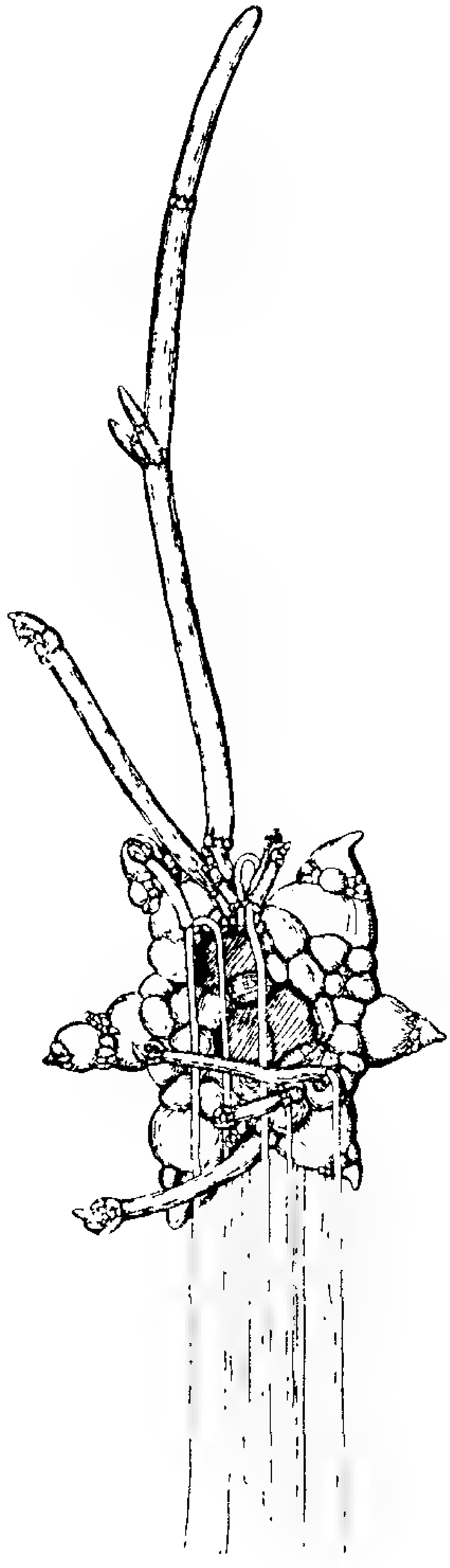


Fig. 25.
Chara stelligera.
Austreibende Bulbille. 9/1.

welcher die nächstobere, nunmehr zerfallene Internodialzelle der Hauptsprossachse sich ansetzte. Die kleinere Grube ist der Ort, an welchem der normale Achselspross aus dem Knoten entsprang. Durch das Vorhandensein dieser zweiten Grube, sowie durch die ungleiche Grösse der Zellen im Basilarknoten der Strahlen erscheint in der Figur das Sternchen viel unregelmässiger als in den Abbildungen Montagne's, Clavaud's, Migula's und Anderer, welche merkwürdiger Weise alle übereinstimmend die Sternchen nur von der viel regelmässigeren Unterseite dargestellt haben. Da das Sternchen ein Sprossknoten ist, so fehlt es an demselben, auch wenn der normale Achselspross bereits verschwunden ist, nicht an Zellen, welche zu Vegetationspunkten werden können, wir sehen sowohl aus dem Basilarknoten des Achselsprosses als aus denjenigen einzelner Blätter sowohl accessorische Zweige (nacktfüssige Zweige) als auch Zweigvorkeime hervorgehen. Die Frage, welche Zellen in diesen Basilarknoten die Fähigkeit besitzen, die eine oder die andere Zweigart aus sich hervorgehen zu lassen, oder ob etwa jede beliebige Zelle zum Spross auszuwachsen vermag, soll später erörtert werden. Sie steht in engster Beziehung zu der bisher unerledigten Frage, wie überhaupt die Verzweigung an den Sprossknoten der Characeen vor sich geht und kann nur im Zusammenhang mit derselben eingehend behandelt werden, was uns an dieser Stelle zu weit führen würde.

Migula, welcher Gelegenheit hatte, die Chara stelligera am natürlichen Standort zu beobachten, berichtet, dass die Strahlen der Sternchen gelegentlich und unter gewissen Umständen direct zu Seitenzweigen auswachsen können. Den Fall, dass aus den Knotenzellen der Blätter Sprossanlagen hervorgehen, habe ich in meinen Deckglaspräparaten mit Sicherheit constatiren können. Die Endzelle der Strahlen aber sah ich niemals zum Spross auswachsen, wodurch natürlich Migula's Beobachtung noch keineswegs in Zweifel gezogen werden soll.

V.

Nachdem wir nun in den einzelligen Wurzelknöllchen der Chara aspera, des Lamprothamnus alopecuroides und des Lychnothamnus macropogon, ferner den mehrzelligen Bulbillen von Chara baltica, Chara fragifera und Chara delicatula und endlich in den Sternchen der Chara stelligera die verschiedenen Formen der bei den Characeen auftretenden Brutknöllchen kennen gelernt haben, mag noch die Frage nach der Verbreitung derartiger Organe in der Familie der Characeen erörtert werden. In der Litteratur finden sich noch hin und wieder

Angaben über das Vorkommen von Brutknöllchen bei andern als den von uns bisher genannten Arten. So gibt z. B. Durieu[1]) an, er habe ausser andern auch bei Chara Baueri A. Br. (= Ch. sceoparia Bauer) (Monographie pag. 118), ferner bei Chara foetida und fragilis Brutknöllchen gefunden und bezüglich der Gattung Nitella spricht er auf Grund seiner Beobachtungen die Vermuthung aus, dass die meisten, wenn nicht alle Arten, mit Bulbillen versehen sind. Mit Namen führt er als sicher bulbillentragend die folgenden Arten auf: Nitella opaca, N. capitata, N. translucens, N. tenuissima, N. gracilis. Von der letzteren Art schreibt er:[2]) en outre, dans cette espèce on voit un tube unicellulé, sensiblement plus gros que les tubes radicellaires, partir du bulbe radical, se renfler à son extrémité en bulbe secundaire, qui bientôt émet des racines et donne naissance à un nouvel individu: c'est un véritable stolon.

Eine weitere Angabe über das Vorkommen von Bulbillen bei andern als den im Vorstehenden eingehender behandelter Characeen findet sich bei Clavaud in einer nachträglich hinzugefügten Anmerkung. Es heisst dort: Ai-je besoin de dire, que les bulbilles étoilés, de même que les bulbilles oviformes, ne sauraient être l'apanage exclusif d'une espèce unique, et qu'on peut les rencontrer ailleurs au moins exceptionellement? Ayant trouvé, le 31 juillet dernier, dans l'étang de Saint-Julien-en-Born (Landes), une plante, qu'il convient de rapporter au Chara connivens Salzm., j'ai observé, sur l'un des individus recueillis, deux étoilés parfaitement identiques avec celles du Ch. stelligera. — Zum Theil werden diese Angaben der beiden französischen Autoren auf ungenauer Beobachtung beruhen, so hat Durieu bei den Nitellen offenbar den sprossreichen Vorkeimquirl, beziehungsweise den Wurzelquirl des Vorkeims für ein Brutknöllchen gehalten. Die Chara fragilis, welche Bulbillen trug, wird höchst wahrscheinlich eine Chara delicatula gewesen sein, welche früher mit jener Art vereinigt wurde. Auch ob das sternförmige Knöllchen, welches Clavaud einer Chara connivens zuschreibt, nicht einer Chara stelligera angehörte, erscheint mir zweifelhaft. Dagegen entbehren die Angaben über das Vorkommen von Bulbillen bei Chara scoparia und Chara foetida der reellen Grundlage nicht. Ich sah eine Chara foetida longebracteata vom Aschauer Weiher bei Berchtesgaden, an welcher kleine, stärkereiche Wurzelknöllchen vor-

---

1) Bull. de la soc. bot. de France 1860 t. VII p. 627 f.

2) a. a. O. p. 630/31.

handen waren, die mit den kleinen ungelappten Wurzelknöllchen der Chara baltica vergl. Fig. 16 A auf Seite 413 die grösste Aehnlichkeit besassen.

Ausser bei den schon genannten Arten beobachtete ich ferner gelegentlich sowohl Sprossknollen als auch, wenngleich seltener, kleine Wurzelknöllchen bei verschiedenen, zur nächsten Verwandtschaft der Chara baltica gehörigen Arten, so bei Chara rudis, Ch. hispida, Ch. horrida, Ch. intermedia, Ch. polyacantha.[1]) Es waren stets die untersten, wohl unterirdisch erwachsenen Sprossknoten, die durch die Anschwellung und weisse Färbung sich schon makroskopisch als besondere Ueberwinterungsorgane erkennen liessen. Bei allen diesen Arten können übrigens auch die oberirdischen Stengelknoten als Ueberwinterungsorgane functioniren, indem sie bei dem Zerfall der Pflanze erhalten bleiben und im Beginn der neuen Vegetationsperiode zahlreiche neue Sprosse erzeugen, welche anfangs durch die in dem Knoten aufgespeicherten Reservestoffe ernährt werden. Ein genereller Unterschied zwischen den normalen Sprossknoten und den weissen, stärkereichen Brutknöllchen existirt also hier noch weniger als etwa bei Chara stelligera, und dass die letzteren Gebilde im Entwickelungsgang dieser Arten keine sehr wichtige Rolle spielen, erhellt schon aus ihrem mehr gelegentlichen Auftreten. In manchen Jahren und an manchen Standorten sucht man an zahlreichen Exemplaren nach ihnen vergebens.

Wir sind am Ende unserer Untersuchung angelangt; ich habe mich bemüht, zunächst überall die thatsächlichen Verhältnisse im Aufbau und in dem Verhalten der verschiedenen Bulbillen, welche bei Characeen bekannt geworden sind, nach Möglichkeit festzustellen und glaube als allgemeinstes und wichtigstes Resultat meiner Untersuchung den Satz ansehen zu dürfen, dass die Regelmässigkeit und Gesetzmässigkeit, welche den Bau und die Entwickelung der Characeen beherrscht, auch bei den Bulbillen, gleichviel welcher Art dieselben sind, keine Ausnahme erleidet, und dass die Bulbillen in allen Fällen nur als Modificationen oder als Metamorphosen gewisser vegetativer Organe angesehen werden müssen.

---

1) Für Ch. hispida und Ch. baltica gibt übrigens A. Braun schon 1852 das Vorkommen von unterirdischen, mit Amylum erfüllten, überwinternden Stengelknoten an.

Bryologia Hawaiica

adjectis nonnullis muscis novis oceanicis.

Auctore

Carolo Müller Hal.

Seit vielen Jahren lag in meiner Sammlung eine beträchtliche Zahl von Laubmoosen der Hawaii- oder Sandwich-Inseln, die ich zwar bestimmt hatte, aber noch nicht zu beschreiben vermochte, da mir die Zeit fehlte. Endlich ist es mir möglich geworden und ich freue mich um so mehr darüber, als jene merkwürdige Inselgruppe jedenfalls eine sehr moosreiche ist, als welche sie auch bereits von verschiedenen Sammlern bryologisch ausgebeutet wurde. Die ersten dieser Herren brachten jedoch nur sehr wenige Arten nach Europa, wie Menzies und Gaudichaud auf ihren Weltreisen. Bedeutender schon war die Ausbeute der Wilkes'schen Weltreise der Ver. Staaten, welche den später so berühmt gewordenen Botaniker Asa Gray dieser beigegeben hatten. Hierdurch empfing W. Sullivant in Columbus, Ohio, ein grösseres Material, welches er in dem grossen, leider zu kostspieligen Reisewerke der Expedition bekannt machte. Unterdess war mir von Honolulu aus durch einen deutschen Naturfreund, Herrn Riemenschneider, gleichfalls eine grössere Sammlung zugegangen, welche Herrn D. D. Baldwin in Honolulu zum Verfasser hatte, aber in Hoppe'scher Manier zu Moosbildern kunstvoll gepresst war. Ungleich massenhafter dagegen hinterliess der Verfasser einer Phanerogamenflora der Hawaii-Inseln, Dr. W. Hillebrand eine Sammlung von Moosen, welche sich im Besitze des Herrn Professor Dr. Askenasy in Heidelberg befand. Diese ganze Sammlung ist durch die Güte des Herrn Besitzers in meine Hände zur Bestimmung gelangt, und dieselbe wurde bereits im Jahre 1888 ausgeführt. Dieses alles habe ich nun zusammengefasst und übergebe es als die erste grundlegende Arbeit der bryologischen Wissenschaft. Möge sie dazu anregen, jener Inselgruppe neue Forscher zuzuführen. Denn was wir bis heute bryologisch von ihr wissen, bezeugt, dass sie geographisch

die Mitte zwischen Amerika und Indien hält, aber auch eine ganze Anzahl eigener Arten, wenn auch nicht viele eigene Typen besitzt. Es wird nun wesentlich darauf ankommen, auch die kleineren, mehr annuellen Arten zu entdecken. Ich habe diese Gelegenheit benützt, noch einige andere oceanische Moose hier beizufügen; sie sind aber nicht in den fortlaufenden Zahlen eingeschlossen, sondern mit lateinischen Buchstaben als Nummern versehen.

Halle a. S. im Juni 1896. Dr. Karl Müller.

1. *Fissidens (Crispidium) delicatulus* Ångstr. in Ofversigt of Kongl. Vetenskaps-Akad. Förhandl. 1872. Nr. 4, p. 20.
   Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: N. J. Andersson in Exped. Eugeniae.
2. *Fissidens (Serridium) pacificus* Ångstr. l. c. p. 21.
   Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: N. J. Andersson in Exped. Eugeniae.
3. *Fissidens (Serridium) Mauiensis* n. sp.; cespites tenelli pollicares lutescentes; caulis simplex latiuscule frondosus obtusiusculus; folia valde complicata madore opplanata majuscula late lonceolato-acuminata pugionata superve minute serrulata, e cellulis grossis rotundis diaphanis areolata, nervo crasso valde flexuoso in acumen evanido calloso-exarata; lamina vera lata brevis ad medium folii oblique obcissa; lamina dorsalis ad basin nervi anguste vel rotundate enata. Caetera quaerenda.
   Habitatio. Hawaiicae, East Maui, in monte Haleakala vulcanico. 8000 ped. altus: D. D. Baldwin 1875.
   Ex habitu *Fissidentis adiantoides* et alior.
4. *Octoblepharum albidum* Hdw.
   Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco indicato: Dr. W. Hillebrand in cespitibus magnis copiose legit.
5. *Leucobryum (Megaphyllum) pachyphyllum* n. sp.; late cespitosum depressum dilute fuscatum vel glaucum robustum nitidum; caulis 1—2-pollicaris flexuosus inferne angustus apicem versus sensim latior falcatulus; folia secunda magna eleganter dense imbricata firma glabra humifuga, e basi angustiore in laminam longiusculam cymbiformi-oblongatam robuste acuminatam excurrentia, e basi usque ad acumen superius lato-marginata inde convolutacea, e cellulis magnis reticulata, dorso acuminis undulato-verrucosa. Caetera scrutanda.
   Habitatio. Insulae Hawaiicae, Lanai: Dr. W. Hillebrand.
   Foliis dorso undulato-verrucosis ad Prionacron transiens; species pulchra speciosa. Typus australis.

6· 6. *Leucobryum (Ulobryum) nano-crispulum* n. sp.; cespites minores tenelli sordide lutescentes dense intricati; caulis pusillus crispulifolius in ramulos brevissimos arcte appressos divisus; folia caulina brevia strictiuscula, e basi angustiore in laminam anguste oblongam cymbiformi-concavam superne convolutaceam mucronatam dorso vix undulatam producta, e basi usque ad acumen superius lato-marginata, e cellulis parvis reticulata; theca minuta in pedunculo longo tenui inclinata curvato-oblonga. Caetera quaerenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Ex habitu *Leucobryi crispi* et aliorum specierum minorum.

7. *Leucobryum (Euleucobryum) Baldwini* n. sp.; cespites tenelli densi fere compacti glauco-albidi valde intricati; caulis pusillus in ramulos brevissimos arcte adhaerentes divisus; folia caulina minuta dense imbricata subsecunda, e basi angustiore in laminam latiuscule ovatam sensim acuminatam mucronatam producta, anguste marginata cymbiformi-concava superne convolutacea, dorso aequalia, e cellulis majusculis reticulata; perichaetialia multo majora circa pedunculum dense convoluta subulato-acuminata; theca in pedunculo elongato tenui valde flexuoso rubente minuta inclinata curvato-oblonga, operculo e basi conica in rostrum longum aciculare rectum protracto. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand; East Maui, 2500 ped. alt.: D. D. Baldwin 1875.

8. *Sphagnum (Malacosphagnum) Wheeleri* C. Müll. in Flora 1887, p. 416.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Wheeler 1879. Hb. Boswell-Geheeb.

9. *Sphagnum (Cymbifolium) lonchocladum* n. sp.; habitus *Sphagni cymbifolii;* caulis robustus elongatus valde ramosus, coma robustissima expansa e ramulis longis caudatis dense aggregatis composita terminatus, e stratis cellularum magnarum hyalinarum inanium atque medulla centrali rotunda cellulosa reticulatus; folia caulina remota tenera, e basi late abscissa late ligulato-ovata rotundate obtusata apice vix lacerata, e cellulis basi longis angustis inanibus superne minoribus sed latioribus fibrosis pellucidissime reticulata; cellulae ramuli longiusculae hyalinae fibris spiralibus teneris eleganter repletae; folia ramea multo majora et robustiora quam caulina, e basi angustiore lato ovata parum ligulato-acuminata obtusata cochleariformi-concava, e cellulis magnis fibrosis dorsi apice protuberantibus reticulata; folia capitulina juniora minuta, e basi vaginata in laminam brevem anguste ligulatam patentem exeuntia fibroso-cellulosa. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Foliis rameis dorso apicis verrucose mammillatis primo visu a congeneribus distinctum.

10. *Dissodon (Orthodon) Sandwicensis* n. sp ; cespites suprapollicares sordide virides; caulis strictus et flexuosus simplex inferne brunneo-tomentosulus superne foliosus; folia caulina laxe imbricata parum reflexiuscula madore latiuscule planiuscula, e basi longiuscule angu-

stata anguste ovata, nervo flavido carinato in aristam longiusculam flexuosam integram dissoluto percursa, apice dentibus nonnullis grossis brevibus hyalinis parum serrata, e cellullis ubique magnis laxis basi longioribus rectangularibus superne magis prosenchymaticis, utriculo primordiali valde repletis eleganter reticulata; perichaetialia longius aristata; theca in pedunculo perbrevi flavo-rubente erecta breviter cylindrica, calyptra brevi superne grosse verrucosa. Caetera ignota.

Orthodon serratus Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 12.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West-Maui, 5000 ped. alt.: D. D. Baldwin, sed Exped. Wilkes. prius legit.

Orthodon serratus C. Müll. Borbonicus toto coelo jam distat: foliis multo minoribus dense imbricatis, pedunculo longo atque calyptra pilosa.

11. *Funaria hygrometrica* Hdw.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, verosimiliter ubique disposita vulgaris.

12. *Encalypta (Rhabdocarpa) Sandwicensis* Sulliv. in Wilkes Exped. p. 6, t. 3.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Mauna Kea et ad marginem crateris vulcani Haleakala in East-Maui.

13. *Encalypta (Psilotheca) ciliata* Sulliv. l. c.

Habitatio. Ins. Hawaiicae, in declivibus ins. Mauna Kea et ad marginem crateris vulcani Haleakala.

An species Europaea? Maxime dubium est.

14. *Calymperes (Hyophilina) constrictum* Sulliv. in Expeditione Wilkes p. 6 t. 3.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, verosimiliter in regionibus depressis.

15. *Syrrhopodon (Eusyrrh. Crispati) Hawaiicus* n. sp.; cespites latissimi pulvinati sordide viridi-lutescentes radiculosi; caulis pollicaris parce divisus; folia caulina dense imbricata crispula madore valde patula, e basi longa angustiore anguste oblonga in laminam elongatam raptim anguste lineari-acuminata apice obtusata eroso-papillosa undulata, limbo basi latiore superne perangusto albido circumducta, nervo pallido ad summitatem evanido carinato-exarata concava, e cellulis minutissimis rotundis viridibus basi magnis laxis hyalinis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand. Quoad folia *S. proliferum* in memoriam redigens.

16. *Mnium prorepens* n. sp.; cespites latissimi profusi deplanati viridissimi vel sordide lutescentes; caulis longe repens stolones tenues microphyllos exmittens; caulis fertilis brevis paucifolius simplex vel innovans; folia caulina minora et majora remotiuscula, subundulata, e basi brevissima angustiore latiuscule ligulato-oblonga rotundato-obtusa excisula, sed mucrone brevissimo terminata planiuscula, limbo crassiusculo remote breviter et simpliciter dentato circumducta, nervo basi crassissimo in mucronem excurrente late exarata, e cellulis parvulis rotundatis pachydermis marginem versus minoribus et magis incrassatis dense reticulata; perichaetialia omnium majora latiora rosulatim patula; theca terminalis in pedunculo brevi flavo-rubente inclinata juventute oblonga evacuata globosa microstoma, operculo conico rostrato. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, 5700 ped. altum: D. D. Baldwin 1875; in loco non indicato legit Dr. W. Hillebrand 1870 speciem distinctam fructuum pauperam.

Mnium rostratum Sulliv. et *Mn. rhynchophorum* Sulliv. in Exped. Wilkes p. 10 verosimiliter huc pertinent.

17. *Polytrichum (Aloidella) Baldwini* n. sp.; caulis perpusillus simplex vel parum divisus; folia pauca majuscula crispula madore patula, patentia vel reflexa, e basi angustiore lineari-lanceolata obtusiuscule acuminata, lamellis omnino fere occupata, lamina libera angustissima viridis in dentes breves membranaceos nec aculeatos excisa; perichaetialia longiora erecta; theca in pedunculo longiusculo longitudinem surculi parum superante flavo-rubente strictiusculo erecta breviter cylindrica tenuiter verruculosa macrostoma, operculo brevi conico, calyptra pro capsula majuscule campanulata pilosissima, peristomio brevi.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui 2500 ped. alt.: D. D. Baldwin 1875.

Ex habitu *Polytrichi aloidis* caracteribus omnino Europaeis. An *P. Junghuhnii* Sulliv. in Exped. Wilkes p. 9?

18. *Rhizogonium (Pyrrhobryum) spiniforme* Brid.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Lanai: Dr. W. Hillebrand; East Maui, 3500 ped. altum: D. D. Baldwin 1875; quoque Exped. Wilkesiana, sine loco natali.

J. Ångström in Vetensk. Akad. Förhandl. 1872 Nr. 4 p. 18 sub nomine *Rhizogonii latifolii* Bryol. Javan. enumeravit. Species valde variare videtur in insulis Hawaiicis; nam quoque varietas *pumila* ab Hillebrand (in loco non indicato) et Baldwin (Olowalu crater in West Maui, 2000 ped. alt.) collecta est.

19. *Rhizogonium (Pyrrhobryum) pungens* Sulliv. in Wilkes Exped. p. 28 t. 26. *Cryptopodium bartramioides* Ångstr. in Vetensk. Akadem. Förh. 1872 p. 18.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in districtu Puna ad litor. SW.

a) *Rhizogonium (Pyrrhobryum) nanum* n. sp.; capituli perbreves tenelli lutescenti-virides; caulis pusillus semipollicaris superne in ramos perbreves curvatos divisus gracilis; folia laxe imbricata madore patula parva, e basi usque ad summitatem angusta lineari-lanceolato-acuminata, nervo crasso $^1/_3$ folioli occupante in subulam longiusculam parum curvatam evanescente exarata, remote brevissime duplicato-serrata, e cellulis rotundatis parvis diaphanis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Nova Guinea austro-orientalis, Port Moresby, secus flumen Sancti Josephi: Lamberto Loria Novbr. 1892; Mo-roka, 1100 m, Aug. 1893; eodem loco et tempori var. foliis remotis angustissimis. Hb. Levier.

20. *Streptopogon erythrodontus* Tayl. fide Sullivant in Expeditione Wilkes, p. 5.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in margine boreali crateris Haleakala insulae East Maui.

Muscus suspectissimus a nobis nunquam visus, probabiliter generi Streptopogon alienus.

21. *Mielichhoferia pulvinata* n. sp.; dioica; cespites pulviniformes lati robusti lutescentes nitiduli valde intricati; caules tenues pollicares densiuscule congesti, simplices vel innovando surculos tenerrimos similes exmittentes, basi radiculosa nudiusculi superne sensim foliosi et in comulam foliorum excurrentes; folia caulina parva dense imbricata madore patula caulem plumosum sistentia, anguste lanceolato-acuminata, nervo crassiusculo in subulam longiusculam acutam excurrente flavido carinato-concava, margine inferne parum anguste revoluta superne sensim serrulata, e cellulis longis angustis pallidissimis infima basi solum paululo pellucidis reticulata; perich. similia sed multo minora; theca in pedunculo longissimo pertenui flexuoso rubente inclinata parva, e collo brevi ovalis gymnostoma, operculo minuto subconico-cupulato, annulo angusto nec revolubili.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, attamen in regionibus altioribus: Dr. Hillebrand 1872.

Species memorabilis propria pulvinis magnis atque fructibus longissime tenuissime pedunculatis gymnostomis. Flores masculi secus surculum plures stipitati stricti majusculi.

22. *Bryum (Rhodobryum, Platyphyllum) pseudo-giganteum* n. sp.; cespites lati robusti viridissimi; caulis 1—3 pollicaris ascendens saepius proliferus nudiusculus; folia caulina in rosulam magnam patulam congesta pro genere gigantea, e basi angustiore in laminam longiuscule ligulato-acuminatam latam excurrentia planiuscula, margine infero anguste revoluto cellulis longis angustis densiusculis marginata inde mutuo grosse simpliciter et duplicato-serrata, nervo viridi crasso ante acumen robustum acutum evanido calloso-exarata, e cellulis longis latiusculis laxis utriculo primordiali distincto plicato repletis grosse reticulata; folia surculi inferi appressa multo minora, e basi lata lanceolato-acuminata acutata, nervo angusto ferrugineo applanato supra medium sensim dissoluto leviter exarata, e cellulis longis teneris inanibus pellucidis eleganter reticulata. Fructus ignotus.

Bryum giganteum Sulliv. in Exped. Wilkes p. 9.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Kauai: Dr. W. Hillebrand 1870; West Maui, 5500 ped. altum: D. D. Baldwin 1875; Kaala Mountains et Oahu: Hb. Sullivant.

Bryo giganteo Hook. proximum quidem, sed multo majus, folia in vicem simpliciter et duplicato-serrata, inferne marginata nervo viridi nec purpurascente exarata etc.

23. *Bryum (Rhodobryum) limbato-marginatum* n. sp.; cespites humiles lati valde intricati lutescentes tomentosi; caulis pusillus tenellus nudiusculus apice minute rosulatus; folia siccitate valde contorto-complicata minuta madore laxe patula, e basi longiuscula angusta spathulado-ovata in acumen breve plus minus reflexum acutum excurrentia, concava, ubique latiuscule limbato-marginata ad acumen solum breviter denticulata, nervo pro folio crassiusculo viridi in aristulam percurrente exarata, e cellulis parvis longis laxiusculis utriculo primordiali valde repletis reticulata. Reliqua ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Foliis parvis teneris rosulam minutam sistentibus lato-marginatis vix denticulatis facile cognoscendum.

24. *Bryum (Erythrocarpidium) megalostegium* Sulliv. in Exped. Wilkes p. 9 t. 7.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Mauna Loa, in declivibus sylvestribus. Hb. Sullivant; West Maui, Kanapali, Aug. 1870 et auf Lavatuffe (1872) in loco non designato: Dr. Hillebrand; insula Oahu, inter *Campylop. pertristem:* F. L. Clarke.

25. *Bryum (Senodictyum, Cruda) plumaefolium* n. sp.; cespites pollicares laete virides laxi basi solum tomentosuli; caulis simplex angustifrondeus flexuosus eleganter plumosus; folia caulina siccitate atque madore laxe patula parva setosula longiuscula angustata lineari-acuminata in subulam tenuem aristatam acutam attenuata, carinato-concava, nervo angusto distincto flavido in subulam percurrente calloso-exarata, margine erecto apice solum obsolete denticulata, e cellulis angustissimis longiusculis flavo-chlorophyllosis tenuiter membranaceis teneris areolata; perichaetialia minora in gemmulam minutam congesta brevia; theca in pedunculo elongato tenui rubro flaccido subinclinata, e collo longiusculo clavato-ovalis angusta microstoma, operculo conico obtuso. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, Monte vulcanico Haleakala, 7500 ped. altum: D. D. Baldwin 1875.

Species elegans, fronde eleganter plumosa, foliis lineari-acuminatis et fructibus longe pedunculatis clavatis facile distinguenda.

Bryum cespiticium et *Br. Indicum,* quae Sullivant in Expeditione Wilkesiana p. 10 inter Muscos Hawaiienses enumeravit, species novae probabiliter erunt.

26. *Thysanomitrium Hawaiicum* n. sp.; cespites lati pusilli pollicares rigidissimi; caules steriles tenues subulati lutescentes vel aetate crassiores nigricantes turgiduli, fertiles basi nigricantes turgescentes in comulam minutam tenuiter julaceo pedunculatam excurrentes; folia caulina e basi parum decurrente cellulis alaribus planis nonnullis laxis majusculis aureis ornata angusta in laminam anguste cymbiformi-oblongam acuminatam strictam integerrimam sed dorso summitatis angustissime alatam superne convolutaceam producta, nervo subangusto planissimo pallido striato in acumen obtuse mucronatum percurrente, cellulis ellipticis in membranam duram

pallide flavidam incrassatis; perichaetialia e basi late vaginata margine teneriore longe subuluto-acuminata et in pilum longiusculum hyalinum flexuosum tenuiter minute denticulatum protracta; theca in pedunculo perbrevi summitate tenuiter ruguloso flavido recurvato minuta anguste cylindrica, calyptra conica basi breviter ciliata. Caetera ignorata.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Var. *robusta:* omnes partes multo robustiores vel elatiores, folia magna lata ad summitatem distincte parum denticulata, cellulis alaribus multo majoribus latioribus ornata, basi longe fibrosa, theca magis ovalis nigricans, operculo brevi conico oblique rostrato rubro, dentibus angustissimis longe subulatis. Th. Baldwini C. Müll. in schedulis.

Habitatio. West Maui, 2500 ped. alt.: D. D. Baldwin. Riemenschneider misit 1875 ex Honolulu.

Thysanomitrio Powelli C. Müll. Samoano persimile. A priori relative solum differt. — Cl. Sullivant in Exped. Wilkes p. 4 ad *Th. exasperatum* trahit.

27. *Dicranum (Campylopus) Hawaiicum* C. Müll. Bot. Zeit. 1862 p. 328.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Didrichsen in Exped. transatlant. Danica.

28. *Dicranum (Campylopus) densifolium* Ångstr. sub Campylopode in Oversigt of Kongl. Vetenskaps-Akadem. Förhandl. 1872 p. 18.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: J. N. Andersson in Exped. Eugeniae; in loco non indicato: Dr. W. Hillebrand. An *Camp. flexuosus* Sulliv. Exped. Wilkes p. 4?

29. *Dicranum (Campylopus) geniculatum* Ångstr. sub Campylopode l. c.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: J. N. Andersson in Exped. Eugeniae.

30. *Dicranum (Campylopus) praemorsum* C. Müll. in Bot. Zeit. 1862 p. 337.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, loco non indicato: Didrichsen in Exped. transatl. Danica; Kanai, 4000 ped. alt.: F. L. Clarke 1886; quoque Dr. Hillebrand.

31. *Dicranum (Campylopus) Wheeleri* Hpe. Hb. sub Campylopode. „Caulis gracilis innovando capitatus, sub coma caudatus, debilis flexuose ascendens flavescens, surculis sterilibus filiformibus intermixtus; folia caulina erecto-patula, e basi brevi anguste lanceolata subulata, subula duplo longiore, late canaliculata, capillacea, summo apice hyalina denticulata, nervo lato tertiam partem folii basi occupante lamellato-striato subulam totam occupante apice evanido; cellulis alaribus in auricula prominente crasse marginatis quadratis, inferioribus longioribus subrectangularibus fusco-luteis, lateralibus parvis ovoideis in subulae latere uniserialibus decrescentibus; folia comalia e basi brevi latissime rotundato-ovata subito convoluto-

canaliculata longe subulata apice hyalina parce dentata, nervo basi sextam partem subulae occupante lamellato-striato percursa, cellulis alaribus fusco-luteis oblongis crasso-marginatis, lateralibus ovoideis internis longioribus ellipticis.“ (1879.)

Habitatio. Insulae Hawaiicae: Wheeler lg., Boswell in Hb. Geheeb.

„*Campylopodi brachytricho* affine, sed gracilius flavescens magis capillaceum; differt foliis angustioribus, comalibus e basi latissime rotundato-ovatis longe subulatis brevius apice hyalinis minime piliferis.“ Species surculo geniculato-ascendente longe caudato fusco-flavescente revera distincta pulchra.

32. *Dicranum (Campylopus) Boswelli* Hpe. Hb. sub Campylopode. „Caulis adscendens biuncialis strictus intense aureo-nitens surculis attenuatis interpositis fusco-fibrillosus, apice comoso-capitatus cauda saepius superante suffultus; surculis sterilibus intermixtis gracilioribus superantibus; folia caulina erecto-patula, e basi lanceolata longe canaliculato-subulata integerrima, apice solum dentibus paucis hyalinis terminata, nervo latissimo basi cellulis laxis diaphano latera superante in subula dilatato percursa, cellulis alaribus paucis angulato-ovalibus diaphanis, lateralibus inferioribus linearibus, internis rectangulis, apicem versus folii abbreviatis minimis vel bacillaribus isolatis; folia comalia erecto-patentia caulinis similia, nervo striato magis perspicuo, apice pilo brevi terminata.“

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Wheeler 1879 legit; Boswell in Hb. Geheeb.

„*Campylopodi aureo* affine“. Auctor folia pilifera descripsit, sed pilus proprius non adest: folium in summitatem hyalinam brevem transit, ut C. Wheeleri quoque agit.

33. *Dicranum (Campylopus) purpureo-flavescens* Hpe. Hb. sub Campylopode. „Laxe cespitosum e basi purpureo-tomentosum; caulis erectus gracilis sesquiuncialis basi attenuatus apice comoso-capitatus, surculis sterilibus gracilibus attenuatis intermixtis, pallide flavescens nitidus; folia caulina erecto-patula subflexuosa capillacea undique laxe imbricata brevia, e basi anguste lanceolata concava sensim canaliculato-subulata, subula basin subaequante apice remote serrulata, nervo latissimo latera superante, cellulis lutescentibus elongatis densis, lateralibus concoloribus constructo percursa, cellulis alaribus purpureis coalitis quadratis subopacis, lateralibus inferioribus bacillaribus apicem versus folii sensim brevioribus toto margine ovoideis, summis minimis dense aggregatis; folia comalia latissima rotundato-ovata acuminata subulata, subula basin bis superante canaliculata tota fere argute serrulata, nervo basi tertiam partem folii occupante, cellulis alaribus magis explanatis crasso-marginatis sanguineis, basi lateralibus rectangulis hyalinis, in caeteris caulinis simili reticulata; archegonia basi oblonga longe caudata sanguinea includentia.“

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Wheeler 1879 legit. Boswell in Hb. Geheeb.

„Amoena species, differt a D. Wheeleri: caule basi purpureo-tomentosa, colore laetius flavescente nitido, capitulis ecaudatis, foliis caulinis angustioribus magis serrulatis nec apice hyalinis, nervo latiore latera superante densiore atque reticulatione foliorum altera.“

34. *Dicranum (Campylopus) hawaiico-flexuosum* n. sp.; cespites suprapollicares latissimi laxi basi radiculosi fuscescentes superne lutescentes rigidi robustiusculi; caulis flexuosus superne in ramos appressos uncinatulos breves divisus; folia caulina parva dense imbricata secunda madore erecto-patula, e basi concava valde fibrosa in laminam angustam lanceolato-subulatam strictam brevem canaliculatam exeuntia summitate solum parce denticulata, nervo pro tribu angusto striato omnino percursa, cellulis alaribus in ventrem levem intense purpureum coalitis majusculis laxis ornata, e cellulis rotundis in membranam pallidam incrassatis basi longioribus areolata; perichaetialia multo longius angustius subulata; theca in pedunculo valde recurvato flavido glabro erecta ovalis oblique conico-operculata, calyptra fimbriis singulis parce ciliata; peristomium normale.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand copiose 1870 legit.

Campylopodi densifolio similis et proximus, sed multo elatior robustior, foliis diverse imbricatis secundis, fructibus supra cespitem exsertis jam toto coelo remotus. Species distinctissima.

35. *Dicranum (Campylopus) Didrichseni* C. Müll. in Bot. Zeit. 1862 p. 329.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Didrichsen in Exped. transatl. Danica.

36. *Dicranum (Campylopus) microcephalus* n. sp.; cespites humiles pollicares tenelli sed lati strictissimi cladoniacei nigricantes parum lutescentes vel virescentes; caulis pusillus simplex inferne crassior teretiusculus superne julaceus tenuis capitulo minuto terminatus; folia surculi inferioris dense imbricata madore parum patula minuta, e basi fibrosa cellulis alaribus planis vix evolutis praedita in laminam perbrevem perangustam cymbiformi-concavam lineari-oblongam plus minus rotundate obtusatam vel brevissime acuminatam integerrimam excurrentia cartilaginea, nervo lato striato sed lamina multo angustiore percursa, e cellulis minutis ellipticis vel rotundis areolata, superne involutacea; folia capituli multo majora sed brevia, e basi angustiore in laminam lato-ovatam breviter late robuste ligulato-acuminatam, ut priora, cucullatam obtusatam exeuntia, nervo lato quidem sed contra laminae latitudinem angusto percursa, cellulis alaribus distinctis majusculis laxis in ventrem leviter congestis ornata, gemmulas plures minutas femineas includentia. Caetera quaerenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand 1870.

Campylopodi praemorso mihi proximus et similis, statura autem multo humiliore jam diversus.

37. *Dicranum (Campylopus) pertriste* n. sp.; cespites pollicares laxe cohaerentes nigrescentes summitate solum virescentes vel lutescentes hic illic albide striati (pilis hyalinis); caulis inferne vix radiculosus superne in ramos breves dense coalitos divisus flexuosus crassiusculus; folia caulina arcte imbricata madore erecto-patula, e basi fibrosa cellulis alaribus pluribus planis laxiusculis ornata in laminam angustam brevem cymbiformi-concavam oblongam et in acumen profunde anguste canaliculatam marginibus conniventibus subinvolutum dorso humiliter lamelloso-alatum serrulatum vel integrius exeuntia, arista perbrevi hyalina serrulata piliformi terminata, nervo latiusculo sed pro folioli latera latiora angusto striato percursa, e cellulis basi laxe parenchymaticis pellucidis apicem versus ellipticis in membranam cartilagineam incrassatis areolata. Reliqua scrutanda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Oahu, ad rupes, 500 ped. altum: F. L. Clarke 1886. Hb. Bremen.

Surculo crassiusculo omnino nigricante foliisque minutis dorso acuminis alatis facillime cognoscendum.

38. *Dicranum (Orthodicranum) speirophyllum* Mtge. Voy. de la Bonite. Crypt. p. 275. C. Müll. Syn. Musc. II. p. 595.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Gaudichaud; Wheeler pariter sine loco natali 1879.

39. *Dicranum (Orthodicranum) breviflagellare* n. sp.; cespites suprapollicares lutescentes nitiduli tomentosuli; caulis ascendens simplex vel parce divisus apice subpraemorse gemmaceus breviter flagellaceus; folia caulina brevia angusta secunda laxe patula, e basi longe fibrosa angustiore cellulis alaribus permultis magnis laxis albidis emarcidis in ventrem grandem leviter congestis ornata in laminam late oblonga concava in acumen robustum acutum subspiraliter convolutum apice grosse serratum excurrentia, nervo angusto striato indistincto maxime applanato circa medium dissoluto flavido percursa, e cellulis robustis flavido-membranaceis longis ad parietes subinterruptis conflatis reticulata. Caetera speranda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, Valhes, 3000 ped. altum: D. D. Baldwin 1879.

Dicrano speirophyllo Mtge. proximum et simillimum, se haec species differt: foliis multo laxius imbricatis nec secundis multo majoribus longioribus in acumen longum robustum ubique grosse serratum protractis.

40. *Dicranum (Scopella) Sandwicense* Sulliv. in. Wilkes Exped. p. 4 t. 1.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, ad marginem crateris Haleakalae, Mauna Kea in insula Hawaii; Kaala Mountains insulae Oahu: Hb. Sullivant. West Maui, 3000 ped. alt.: D. D. Baldwin; Hawaii, in sylvis, 4000 ped. altum: F. L. Clarke 1886; in locis non indicatis legit Dr. Hillebrand pulcherrime.

Species ulteriores tres ad tribum eandem fortasse pertinent, si fructus *Dicrani speirophylli* et *breviflagellaris* cogniti erunt.

41. *Trematodon latinervis* n. sp.; monoicus; cespites lati sordide lutescentes valde intricati; caulis perpusillus; folia brevia e basi latoovata laxe reticulata in laminam valde flexuosam angustam obtusiusculam quadrate vel rotundate areolatam integram attenuata, nervo pro foliolo lato ante summitatem evanido canaliculato-percursa; theca in pedunculo medio tenuissimo capillari flexili flavo-rubente erecta, e collo longiusculo anguste oblonga, evacuata vetusta angustissime cylindrica vix strumosa, operculo e basi conica longiuscule rostrato, annulo et peristomio angusto, dentibus brevibus vix perforatis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Fructibus angustis pedunculisque teneris ab omnibus congeneribus primo visu distinctus.

42. *Leptotrichum (Glaucodium) subglaucescens* n. sp.; caulis pusillus tenuis superne in ramulos paucos teneros brevissimos divisus; folia caulina inferiora parva laxe disposita glauco-viridia, e basi oblonga flexuoso-acuminata, superiora et perichaetialia majora in acumen longissimum angustum longe acuto-subulatum superne remote minute denticulatum protracta, nervo latiusculo usque ad subulae summitatem percurso carinate exarata, e cellulis angustis longiusculis areolata; theca in pedunculo brevi flavo-rubente erecta minuta oblonga, operculo brevi conico; peristomii dentes perangusti longiusculi linea longitudinali perforati rubri rugulosi.

Habitatio. Insulae Hawaiica, East Maui, Monte vulcanico Haleakala, 8000 ped. altum: D. D. Baldwin 1875.

Leptotricho glaucescenti habitu simillimum, sed caracteribus laudatis recedens. Typus europaeo-americano-chinensis. Cl. Sullivant in Exped. Wilkes. sub nomine *Trichostomi glaucescentis.*

43. *Holomitrium seticalycinum* n. sp.; cespites pusilli tenelli sordide virides basi fusco-tomentosi; caulis semipollicaris simplex vel apice divisus; folia caulina circinnato-crispula dura madore patula parva, e basi longiuscule oblonga concava in laminam acuminatam carinato concavam breviter robuste pugionatam recurvulum attenuata, nervo crasso ad summitatem percursa, e cellulis parvis angulate rotundis griseis basi longioribus magis ellipticis pallidis areolata; perichaetium terminale longissimum longitudinem surculi superans setosum, foliis e basi in cylindrum convoluta vaginata longa in subulam elongatam acutatam capillarem integerrimam flexuosam protracta, nervo in aristam excedente percursa; theca secus perichaetium superius emersa parva cylindrica minuta nigricans. Caetera quaerenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, 5000 ped. altum: D. D. Baldwin 1875.

Perichaetio angustissimo longissime setoso atque theca minuta infra summitatem calycis emersa prima fronte cognoscenda species memorabilis. Typus Americanus. Foliorum cellulae alares nonnullae laxae majusculae fuscatae.

44. *Holomitrium brevicalycinum* n. sp.; cespites lati breves lutescentes valde intricati; caulis perpusillus simplex vel in ramulos brevissimos aggregatos divisus basi tomentosus; folia caulina parva circinnato-crispula madore patula, e basi anguste oblonga brevi caviuscula in laminam brevem acuminatam acutam canaliculato-concavam attenuata integerrima, nervo crasso pallido in acumen evanescente exarata, e cellulis angulate rotundis basi longioribus magis ellipticis pallidis areolata; perichaetium longissimum, nervo folii in aristam angustissimam capillarem excedente setosum; theca in pedunculo breviter supra perichaetium excurrente flavido tenui erecta anguste cylindrica, operculo e basi conica in rostrum elongatum aciculare protracto; peristomium brevissimum, dentibus lanceolatis rufis simplicibus; calyptra dimidiata fructum longitudine aequans.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Holomitrio seticalycino quoad structuram foliorum simillimum, sed habitu omnino alienum, theca in pedunculo perichaetium perforante et longe superante praesertim remotum.

45. *Ångströmia (Weisiella) Hillebrandi* n. sp.; dioica; cespituli latissimi humiles teneri intense lutescentes densi; caulis pusillus tenuis rigidiusculus simplex vel innovando divisus; folia caulina minuta siccitate et madore erecto-patula, e basi brevi ovata concava in subulam longiusculam flexuosam occultam carnosulam integerrimam canaliculatam brevissime mucronatam sensim attenuata, nervo lato rubulam omnino occupante percursa, e cellulis basi rectangularibus incrassatis diaphanis areolata; perichaetialia pedicellum includentia vaginata longius subulata; theca in pedunculo pro plantula longiusculo flavido flexili erecta perminuta, e collo brevi angustissime cylindracea, operculo e basi conica oblique rostrato tecta fuscidula aetate nigrita microstoma; peristomium minutum; annulus angustissimus persistens.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Species distincta cespite ditissime fructifero fere fusco-flavo, statura pusilla tenera, foliis minutis e basi vaginacea canaliculato-subulatis theca flaviseta minuta microstoma.

46. *Angströmia (Weisiella) Hawaiica* n. sp.; caulis elongatus tenerrimus flexuosus simplex innovatione divisus; folia caulina valde setacea igitur remota reflexa, e basi longiuscule vaginata flavida raptim fere in subulam longissimam flexuosam maxime recurvato-patulam flavidam subintegerrimam tenuem protracta, nervo lato subulam superiorem ex toto occupante exarata, e cellulis longiusculis flavidis in membranam cartilagineam incrassatis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Wheeler 1879 legit. Boswell in Hb. Geheeb.

Surculum solo unicum observari, sed statura laudata foliisque descriptis species propria.

47. *Angströmia (Campylopodium) microcampylopus* n. sp.; cespites humiles vix semipollicares fusco-lutescentes lati valde intricati; caulis perpusillus simplex innovando ramulos brevissimos paucos exmittens; folia caulina siccitate et madore recurvato-patula parva, e basi angustissime oblonga brevi concava in subulam parum longiorem canaliculatam nervo flavo omnino occupatam fere obtusiusculam integerrimam excurrentia, superiora et perichaetialia similia majora, e cellulis minutis rectangularibus densis flavidis incrassatis basin versus longioribus areolata; theca in pedicello pro plantula longiusculo flexili hygrometrico flavo erecta minuta peranguste cylindrica nigricans. Caetera dessunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Cespitibus intense fusco-luteis, foliis valde recurvato patulis setosis atque pedunculo supra cespitem parum exserto hygrometrico paululo campylopodioideo raptim distinguenda species propria. *Campylopodio Neocaledonico* n. sp. (C. euphorocladio Bescher. nec C. Müll.) habitu similis.

48. *Bartramia (Bartramidula) Hawaiica* n. sp.; synoica? cespites lati lutescentes duri intricati; caulis pusillus angulate teretiusculus simplex vel apice in ramulos brevissimos fasciculatim divisus; folia caulina minuta dense imbricata madore humifuga vix patula, e basi parum latiore anguste lanceolata brevia summitate obtusiuscula carinato-concava minute serrulata, nervo pro foliolo crassiusculo flavido percursa, e cellulis minutis sed laxis pellucidis eleganter reticulata parum secunda; perichaetialia multo majora sed teneriora, e basi late ovata laxiuscule reticulata integerrima glabra flavida, nervo in subulam elongatam flexuosam minutissime denticulatam acutam excedente; theca in pedunculo flavo-rubente crassiusculo strictulo longiusculo erecta parva globosa, siccitate sub ore saepius constricta gymnostoma, inter ramulos plures terminales brevissimos axillaris.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali sed „in montibus altissimis“: Dr. W. Hillebrand.

Habitus tribus generalis.

49. *Bartramia (Lycopodiobryum) crassicaulis* n. sp.; caules secundarii lycopodioidei valde flexuosi vel strictiores 1—3-pollicares crassi lutescentes speciosi simplices vel remote dichotomi; folia caulina dense imbricata parum madore magis patula magna, e basi latissima plicatula margine revoluto cellulis alaribus majusculis laxis aureis vel pellucidis lateraliter ornata in laminam late ovatam longe subulato-acuminatam protracta, ubique minute remote denticulata caviuscula, nervo angusto in subulam percurrente exarata, e cellulis angustissimis longiusculis inferne pallidioribus glabris superne lutescentibus tenerrime papillosis areolata. Caetera exspectanda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, in cacumine Montis Eeka: Dr. W. Hillebrand; West Maui, 5700 ped. alta: D. D. Baldwin.

Bartramiae grandi Hpe. Brasiliensi similis, sed multo minor; species autem pulcherrima speciosa.

50. *Bartramia (Vaginella) Baldwini* n. sp.; laxe cespitosa inferne fusco-radiculosa superne laete viridis in ramulos arcte adhaerentes curvatos secundifolios dichotome divisus setosus; folia caulina laxe imbricata longiuscula, e basi angusta vaginata laxe pellucide reticulata rectangulari in laminam elongatam angustiusculam lineari-acuminatam longe subulatam minute serrulatam flexuosam attenuata, nervo latiusculo pallido carinato subulam omnino occupante percursa, e cellulis basi longis laxis superne multo brevioribus densioribus angustissimis distincte tenuiter papillosis areolata; perichaetialia longius subulata; theca in pedunculo longius supra cespitem exserto rubro subinclinata parva globosa. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, Monte vulcanico Haleakala, 7500 ped. alt.: D. D. Baldwin 1875.

B. ithyphyllae similis, sed foliis multo longioribus setosis primo visu recedens.

51. *Bartramia (Philonotis) Sullivantii* n. sp.; dioica; cespites latissimi 1—2-pollicares laxe texti lutescentes inferne sordide ferruginei nec radiculosi nec tomentosi; caulis infima basi nudus suprema basi foliosus, summitate ramulis teretiusculis perbrevibus vel longioribus nonnullis fasciculatim dispositis curvulis terminatus; folia caulina parva vix subsecunda, e basi latiuscula hastato-lanceolata breviter acuminata ubique minute denticulato-serrulata, nervo carinato flavido angusto in summitatem subulatam percursa, e cellulis ubique minutis sed pellucidis papillosis areolata; ramulina minora; perichaetialia e basi latiore tenuiter laxe reticulata glabra in acumen longe subulatum protracta parce papillosa, nervo percurrente; theca in pedunculo crassiusculo rubente elongato parum inclinata magna globosa, siccitate valde sulcata arcuata, operculo planiusculo-conico; peristomium robustulum, externum rubrum flexuosum valde trabeculatum, internum perangustum.

Bartramia rigida Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 11.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand copiose legit 1872; Kanai, 3000 ped. alt.: F. L. Clarke 1886.

A *B. rigida* statura multo robustiore jam longe refugit. Muscus speciosus.

52. *Bartramia (Philonotis) macroglobus* n. sp.; dioica; habitus *Bartramiae Sullivantii*, sed caulis multo elatior usque ad summitatem ramosam valde fusco-tomentosus; rami longiores distincte uncinati laxifolii; folia caulina et ramulina multo longiora anguste lanceolato-acuminata acute subulata majus et laxius reticulata profunde carinato-concava; perichaetialia e basi cochleariformi-concava multo latius ovata laxius reticulata in laminam acuminatam

longiuscule subulatam strictam carinato-concavam attenuata; theca in pedunculo breviore parum major.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Molokai, „Pali of Wailau": Dr. W. Hillebrand, West Maui, in faucibus montium, 3000 ped. alt.: D. D. Baldwin.

Bartramiae Sullivantii simillima quidem, sed caracteribus huc designatis certe differt. Muscus pariter speciosus.

53. *Ceratodon microcarpus* n. sp.; monoicus; cespites pusilli lutescentes laxiusculi; caulis gracilis in ramulos brevissimos divisus; folia caulina crispula secundula madore patula stricta parva, anguste ovato-acuminata vel lanceolata, nervo crasso in acumen crassum plus minus excedente vel cum summitate evanido ferrugineo canaliculate exarata concava, margine integerrimo superne plus minus revoluta, e cellulis minutis rotundis tenerrime papillosis griseis basi magis quadratis pellucidioribus areolata; perichaetialia plura in cylindrum dense appressum longiusculum pallidum convoluta longiora apice obtusissimo brevissime robuste acuminata; theca in pedunculo longo tenui rubro vel stramineo-luteo strictiusculo inclinata minuta fusca leviuscula oblonga basi substrumulosa, operculo conico acuto, annulo lato revolubili; peristomium parvum angustum, dentibus eleganter longitudinaliter pertusis remote articulatis glabris purpureis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae: Dr. W. Hillebrand sine loco natali.

Caracteribus laudatis species distinctissima. Cl. Sullivant in Exped. Wilkes (p. 4) sub nomine *Ceratod. purpurei* numeravit.

54. *Barbula (Tortellae spuriae) Mauiensis* n. sp.; caulis elongatus 2—3-pollicaris gracilis simplex vel parce divisus flexuosus flaccidus summitate curvulus horridifolius; folia caulina valde crispatula madore patenti-patula longa angusta, e basi lato-vaginata laxiuscule pellucide reticulata in laminam parum reflexam longam angustam curvatam acuminatam attenuata, nervo latiusculo canaliculato subferrugineo excurrente carinato-exarata, margine erecto integerrima, e cellulis minutis rotundis flavescentibus occultis areolata, nusquam (ut in Pleurochaete) limbata, fragilissima. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, in vallibus, 3500 ped. alta: D. D. Baldwin 1875.

Barbulae duriusculae Mitt. Indicae affinis, sed statura flaccida, surculis foliisque fragilissimis etc. prima fronte diversa.

55. *Zygodon (Ulozygodon) anoectangioides* n. sp.; cespites majusculi pollicares subcompacti sordide virides inferne ferruginei duri; caules parallelo-appressi parce divisi dense radiculosi; folia caulina parva crispula dense imbricata madore patula, longiuscule perangusta lineari-acuminata vix subulata, nervo lato partem majorem folioli occupante ferrugineo-violaceo canaliculam profundam sistente valde exarata, e cellulis minutis dilute viridibus ubique aequalibus pallide areolata; perichaetialia pauca minora e basi

vaginacea in subulam angustissimam attenuata; omnia integerrima; pedunculus longius exsertus curvulus ruber. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, certe in regionibus altioribus: Dr. Hillebrand 1872, sine loco speciali.

Costa folii latissima colorata profunde canaliculata ab omnibus congeneribus differt et pulchra species.

56. *Zygodon (Euzygodon) firmus* n. sp.; cespites latiusculi sordide lutescentes compactuli nec tomentosi; caulis pollicaris tenuis parce divisus teretiusculus; folia caulina dense imbricata madore patula stricta parva fragilia, e basi anguste oblonga in laminam anguste acuminatam breviter subulatam attenuata, margine erecto integerrima, carinato-concava, nervo angustissimo in acumen evanescente exarata, e cellulis basi ellipticis apicem versus minoribus rotundis in membranam flavidam incrassatis areolata. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, probabiliter in regionibus altioribus, ut videtur, terricolus: Dr. Hillebrand 1872 lg.

57. *Zygodon (Anoectangium) Haleakalae* n. sp.; cespites pusilli virides vel lutescentes tenelli inferne fusco-radiculosi vel tomentosuli; caulis perpusillus fragilis dense foliosus parallelo-ramulosus; folia caulina minuta dense imbricata madore patula, aequaliter angustissime linearia obtusule vel mucronatule-brevissime acuminata integerrima carinato-concava, nervo pro foliolo crasso ferrugineo ante summitatem evanido distincte exarata, e cellulis minutissimis rectangularibus lutescentibus areolata; perichaetialia multo minora multa pallidiora, e basi arcte appressa in subulam breviorem vel longiorem imo spiraliter circa pedicellum tortam producta; theca in pedunculo longo tenuissimo flavido erecta minuta pro plantula majuscule ovata tenuiter membranacea ore strato cellularum parenchymaticarum aurantiacarum latiusculo ornata. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, prope marginem crateris Haleakalae, 10000 ped. altus: D. D. Baldwin 1875 formam viridem legit; Dr. Hillebrand 1872 probabiliter in eadem regione formam chryseam collegit.

Species pulchella e minutissimis generis.

58. *Orthotrichum (Euorthotrichum) Hillebrandi* n. sp.; cespites pusilli robusti inferne nigricantes superne lutescentes duri laxe dispositi; caulis perpusillus robustus parce divisus; folia caulina dense imbricata subhorrida majuscula, madore reflexa patula, surculum turgescentem sistentia, e basi lato-ovata in acumen breviusculum robustum plus minus obtusatum carnosulum producta, margine usque ad acumen et ultra lato-revoluta integerrima, nervo crasso ferrugineo in acumine evanido calloso-exarata concava, e cellulis minutis tenerrime papillosis rotundis firmis lutescentibus areolata; theca vix immersa sulcata, calyptra lato-campanulata glabra. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, in vulcano Haleakala, probabiliter in regione alta: Dr. Hillebrand 1872.

Ex habitu *Orthotrichi Sturmii,* ad quod Cl. Sullivant speciem in Exped. Wilkes p. 7 posuit.

59. *Orthotrichum (Euorthotrichum) Hawaiicum* n. sp.; monoicum; cespites pusilli lutescentes; caulis brevis ramulis arcte appressis parce divisus; folia caulina arcte imbricata surculum veluti complanatum sistentia madore parum reflexo-patula, e basi fibrosa latiuscula ovata in laminam longiuscule latiuscule acuminatam margine undulatam acutatam producta, margine e basi usque ad acumen et ultra valde revoluta integerrima sed tenuiter papillosa, nervo pallido angusto ante summitatem evanido carinate exarata concava, e cellulis parvis angulate rotundis basi longioribus ellipticis areolata; perichaetialia longius acuminata; thecae aggregatae emersae brevissime pedicellatae cylindricae, calyptra pilosa obtectae; peristomium duplex: dentes externi lutei perbreves incurvi, interni: cilia 8 longiuscula margine valdé ruguloso-exesa.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali sed verosimiliter e monte vulcanico Haleakala: Dr. Hillebrand.

Species tenella pulchella propria. An *Orth. leiocarpum* Sulliv. in Exped. Wilkes p. 7?

60. *Macromitrium (Eumacromitrium, Torquescentia) piliferum* Schw. Suppl. II. II. I. p. 66 t. 172. — C. Müll. Syn. Muscor. I. p. 730.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, loco non indicato legerunt Menzies et Gaudichaud; Oahu: Meyen; Honolulu N. J. Andersson in Exped. Eugeniae; Molokai: Dr. W. Hillebrand; in loco non indicato F. L. Clarke ad arbores 1886.

61. *Macromitr. (Eumacromitr., Torquescentia) plebejum* n. sp.; dioicum; cespites latissime expansi sordide virides valde intricati; caulis longe repens, ramis ascendentibus simplicibus pusillis sed turgidis summitate plus minus acutis densissime aggregatis divisus; folia caulina torquescenti-imbricata apicibus summis crispatulo-patulis, madore ramulum globiformi-turgescentem sistentia patula, brevia stricta robustula, anguste oblonga obtusatula brevissime mucronata, vetustiora mucrone aristiformi brevi sed facile deciduo obtusissima, profunde canaliculato-concava integerrima, nervo pallescente deinque ferrugineo angusto ante summitatem evanido exarata, e cellulis minutissimis punctiformi rotundis e basi ad medium flavido-pallidis superne obscuris carnosulis areolata; perichaetialia sensim acuminata, subula aristiformi facile decidua praedita; theca in pedicello brevissimo exserta, calyptra pilis strictis appressis et patentibus hirtissima. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in loco non indicato: Dr. W. Hillebrand.

Muscus quoad colorem plebejus, quoad autem foliorum configurationem et calyptram hirtam proprius.

62. *Macromitrium (Eumacromitr., Torquescentia) emersulum* n. sp.; cespites lati planiusculi ferrugineo-lutescentes valde dense intricati; rami pusilli tenues; folia caulina torquescenti-imbricata madore turgescenti-patula parva brevia, e basi plus minus ovata latiuscula

in laminam obtusate acuminatam mucrone brevissimo deciduo terminatam aetate obtusam producta, canaliculato-concava integerrima, nervo angusto chryseo ad summitatem evanido exarata, e cellulis inferne majuscule rotundis pallidis superne minoribus virescentibus suboccultis, omnibus recta linea dispositis areolata; perichaetialia pauca multo angustiora sed in subulam piliformem facile deciduam protracta; theca in pedicello perbrevi vix emersa minute ovalis rubra distincte sulcata; calyptra parva basi pluries laciniata pilis strictis appressis hirta brunneo-lutea. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand.

Species pulchella, capsula minuta vix emersa profunde sulcata facile cognoscenda. Ob foliorum areolationem majusculam ad *Macroblasta* transit.

63. *Macromitrium (Eumacromitr., Torquescentia) Cumingi* n. sp.; monoicum? caulis tenellus longe repens, ramulis brevissimis dense aggregatis divisus; folia caulina indistincte torquescentia magis crispula minuta madore valde patula, e basi perangusta lineari-acuminata brevissime mucronata saepius valde sursum vel deorsum arcuata profunde canaliculato-concava integerrima, basi solum limbulo angustissimo hyalino indistincto veluti obsoleto marginata, nervo tenui ferrugineo usque ad summitatem excurrente carinato-exarata, e cellulis minutissimis rotundis punctatis infima basi longioribus sublunatis diaphanis areolata; perichaetialia majora latiora recte acuminata; theca in pedicello perbrevi exserto crasso rubro glabro erecta pro plantula majuscule globose ovalis ore plicata gymnostoma (?). Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Cuming Coll. No. 2214.

E minutissimis, foliis minutis torquescenti-crispulis lineari-acuminatis tenerrime punctiformi-areolatis basi obsolete limbatulis et theca breviseta facile distinguendum.

64. *Macromitrium* (*Macrocoma*) *intricatum* n. sp.; monoicum; cespites latissime expansi plani intricati ferrugineo-virides; caulis profusus repens, ramis tenuibus semipollicaribus brevissime ramulosis divisus; folia caulina dense imbricata in axi pro foliolis crasso rubro, madore raptim juniperoideo-patula minuta, e basi anguste ovatula ventricose concava in acumen breve mucronulatum attenuata, profunde carinato-concava, nervo ferrugineo in acumen evanescente exarata, e cellulis minutissimis punctato-rotundis viridibus areolata; perichaetialia majora longiora paraphyses nonnullas longas in cludentia; theca in pedicello brevi flavo erecta anguste cylindrico-oblonga microstoma, operculo minutissimo conico-rostrato recto, calyptra anguste campanulata pilosa ochracea basi brevissime laciniata; peristomium brevissimum rudimentarium externum.

Habitatio. Insulae Hawaiicae sine loco speciali: Dr. Hillebrand 1872 legit.

Macromitrio Dregec Hsch. simile, sed majus.

65. *Macromitrium* (*Eumacromitrium, Turgescentia*) *subpiliferum* n. sp.; caulis primarius repens, ramis brevibus clavato-turgescentibus simplicibus vel apice fissis; folia caulina dense imbricata apicibus autem patulis, madore surculum turgidum sistentia, fragilissima, inferiora nigrescentia nitidula suprema lutescentia, e basi ovatula pulchro-chrysea in laminam acuminatam longiusculam apice truncatulam chryseam attenuata, e summitate aristulam brevem fragilissimam exserentia, robustula majuscula profunde canaliculata plicatula concava, nervo intense purpureo crassiusculo in aristulam excedente exarata integerima, e cellulis basi longioribus magis ellipticis undulatis glaberrimis chryseis in membranam duram conflatis superne parvis rotundis maxime incrassatis chryseis areolata; perichaetialia terminalia in comam congesta; theca in pedicello perbrevi crasso rubente erecta levis, operculo conico recte rostrato. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand.

Species valde propria pulcherrima foliis aristatulis pulcherrime aureo-areolatis facile cognoscenda.

66. *Macromitrium* (*Eumacromitrium, Speirosticha*) *Owahiense* C. Müll. in Bot. Zeit. 1864. p. 359.

Habitatio. Insulae Hawaiicae Oahu: Didrichsen in Exped. transatlantica Danica; prius autem legit Expeditio Wilkes, cujus specimina Cl. Sullivant ad M. Reinwardti posuit; Honolulu: J. N. Andersson Junio 1852, cujus specimina J. Ångström nomine *M. adstrictum* edidit; in loco non indicato collegit Dr. W. Hillebrand 1872 in cespitibus latissimus.

67. *Macromitr.* (*Eumacromitr. Crispata.*) *adstrictum* J. Ångstr. in Kongl. Vetensk. Akadem. Förhandl. 1872. No. 4. p. 19.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: J. N. Andersson in Exped. Eugeniae (1851/53).

A priori fide auctoris differt: „ramis foliisque brevioribus, capsula magis angusta levi, sicca sub ore tantum plicata, foliorum directione alia, apicibus vix vel paula tantum incurvis et basin versus solummodo canaliculatis etc.“ *Mihi ignotum.*

68. *Macromitrium* (*Eumacromitr. Crispata*) *altum* n. sp.; caulis secundarius suprapollicaris gracilis in ramulos elatiores graciles teretes dichotome divisus; folia caulina crispulo-imbricata madore turgescenti-patula vel patentia parva valde fragilia, e basi anguste oblongata in laminam sensim longiuscule acuminatam attenuata tenuiter membranacea lutescentia, nervo angustissimo ferrugineo ante summitatem evanescente canaliculato-exarata, e cellulis minutissimis basi longioribus semi-lunatis pallidissimis in membranam incrassatis areolata integerrima; perichaetialia longissime subulata; theca in pedunculo perbrevi inter ramulos duos axillari vel laterali erecta minuta cylindrica. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Oahu, ubi Menzies legit. Swartz in Hb. Mohr. sub Orthotricho.

Ex habitu *Macromitrii gracilis.*

69. *Macromitrium (Eumacrom. Crispata) canum* n. sp.; caulis primarius longe repens, ramis perbrevibus multis dense aggregatis fasciculatim in plures ramulos brevissimos arctissime cohaerentes pinnatim divisus; folia caulina minuta crispula madore valde patula ramulum turgescentem globulosum sistentia, anguste oblongo-acuminata acutata profunde canaliculata inaequaliter concava integerrima pallidissima, nervo flavido ante summitatem evanido exarata, e cellulis minutissimis rotundis in membranam teneram lutescentem incrassatis basi longioribus areolata; perichaetialia latiuscule ovato-acuminata longiuscule subulata acutata aequalia; theca in pedunculo flavo-rubente pro plantula elongato erecta minuta ovalis, ore minori plicatulo, operculo conico recte rostratulo minuto, calyptra campanulata fructum omnino obtegente; peristomium simplex: dentes brevissimi rugulosi.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui valle Olowalu, 1500 ped. alt.: D. D. Baldwin.

Ex habitu *Macromitrii Reinwardti*, sed multo minus. Nomen triviale „canum“ ob byssum penicilliformem albidum supra partes inferiores expansum. E minutissimis. An *Macromitr. adstrictum* Ångstr.?

70. *Macromitrium (Eumacrom. Macroblasta) aristocalyx* n. sp.; cespites lati planiusculi lutescentes intricati; rami perbreves densiuscule aggregati crispifolii simplices; folia caulina madore surculum turgescentem sistentia dense imbricata recurviuscula parva, e basi latiuscule ovata in laminam longiusculam angustatam acuminata, nervo ferrugineo canaliculato in mucronem brevem vel longiorem in foliis superioribus et perichaetialibus in aristam elongatam fragilem dilute ferrugineam minutissime crenulatam protracto carinato-exarata, e cellulis rotundis vel parum longioribus ob papillas tenerrimas griseis linea recta dispositis majusculis grossiuscule areolata, inaequaliter concava; theca immersula ovalis rubra gymnostoma (?), calyptra campanulata basi pluries obtuse lobata, pilis strictis hirta. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Quoad fructum *Macromitrio emersulo* simile sed foliorum configuratione toto coelo distans. Species tenella pulchella propria.

71. *Grimmia (Eugrimmia) Hawaiica* n. sp.; pulvinuli robustuli sordide lutescentes nigricantes laxe tecti; caulis pusillus patulifolius; folia caulina inferiora minora angustius lanceolata in collum breviusculum obtusatum occultum robustum carnosum excurrentia, concava, nervo crasso ferrugineo percursa, e cellulis basi lanceolata minutis rotundatis flavidis incrassatis areolata, margine latiusculo-revoluta integerrima, superiora pauca in acumen breviter hyalino-pilosum attenuata; perichaetialia multo majora plura, pilo stricto longiusculo hyalino subintegro terminata, basi multo latiora e cellulis inferioribus laxiusculis superioribus majusculis flavido-pallidis areolata; calyptra magna lobato-campanulata. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, in monte vulcanico Haleakala: Dr. Hillebrand 1872.

Caracteribus laudatis facile cognoscenda pro regione certe typica. An *Grimmia ovata* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 8 ex Mauna Kea?

72. *Grimmia* (*Rhacomitrium, Lanuginosa*) *rigidissimum* n. sp.; cespites maxime latissimi rigidissimi valde cani sordide lutescentes; caulis longissimus profusus ramis brevibus densiuscule dispositis tenuibus usque ad summitatem fere regulariter pinnatus applanatus; folia caulina parva incana recurva madore valde patula, e basi pulchre chrysea anguste lanceolato-acuminata in subulam longiusculam acutam breviter albide eroso-runcinatam attenuata, nervo profunde canaliculato ferrugineo ad summitatem evanido percursa, e cellulis angustis longiusculis dolioliformibus crenulatis pallidissimis areolata. Reliqua scrutanda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, in cacumine Montis Eeka: Dr. W. Hillebrand 1870 legit.

Ab omnibus congeneribus caulibus profusis tenuibus applanatis regulariter breviter pinnatis prima fronte distincta species pulcherrima. Cl. Sullivant in Exped. Wilkes. p. 8 sub *Rhacomitrio lanuginoso* enumeravit.

73. *Rhacópilum cuspidigerum* Schwägr.; species optima, cuspide folii aciculari-elongata facile discernenda.

Habitatio. Hawaii, Honolulu: N. J. Andersson; Oahu ad rupes: F. L. Clarke 1886 legit; West-Maui, Olowalu crater, 1500': D. D. Baldwin 1875; in loco non indicato legit Dr. Hillebrand cespites latissimos. Apud Sullivant (Exped. Wilkes p. 27) sub nomine *Rhacopili tomentosi.*

b) *Rhacópilum gracillimum* n. sp.; caulis filiformis gracillimus; folia minuta cuspide longiuscula aciculari-tenui terminata plerumque apice reflexa, minute areolata. Caetera ignota. E minutissimis.

Habitatio. Novae Hebridae, Eromanga: Campbell legit. Hb. Hmp.

c) *Rhacópilum caudatum* n. sp.; cespites catissimi sordide virides; caules serpentino-vagantes et intricati, ramis condensatis longiusculis julaceo-teretibus radicantibus curvatis caudatis; folia caulina dense imbricata majuscula robusta sordide viridia, e basi angustiore latiuscule ovata in laminam robuste acuminatam remote grosse lobato-dentatam attenuata, nervo viridi crassiusculo in aristam excurrente longe cuspidata concava, e cellulis rectangularibus vel hexagonis pellucidis basi majusculis laxis reticulata; perichaetialia robustissima e basi latissima vaginante grosse laxe reticulata longe ovato-acuminata, nervo excedente arista longissima terminata parum remote denticulata, laxius areolata; pedunculus crassus longus flexuosus tenax ruber. Caetera ignota.

Habitatio. Nova Guinea, loco non indicato copiose legit Missionarius Holl: Fr. Stephani Lips. misit 1885 sterile; in monte

Arfak ad Hatam, 5000—7000′ alt.: Dr. O. Beccari 1875 primus omnium legit cum pedunculis; Port Moresby secus flumen Sancti Josephi in Nova Guinea austro-orientali: L. Loria Novbr. 1892 sterile in Hb. Levier.

E distinctissimis atque robustissimis, foliis ovatis raptim fere in laminam longam lobato-dentatam acuminatis majuscule reticulatis ab omnibus congeneribus toto coelo distinctum.

d) *Rhacópilum Loriae* n. sp.; cespites latissimi pulvinati valde intricati luteo-virides; caulis vagans ramis brevibus curvatis attenuatis madore complanatis; folia caulina e basi angustiore sensim ovato-acuminata, nervo excedente in aristam brevem strictam flavidam protracta, margine erecto remote brevissime lobato-denticulata, e cellulis parvis ubique aequaliter hexagonis distinctis reticulata; perichaetialia e basi lata ovato-acuminata nervo excurrente in subulam longam aristatam sensim attenuata integerrima, e cellulis magnis laxis flavidis robustis grosse reticulata; theca in pedunculo pollicari valde curvato erecta longiuscule cylindrica angusta arcuata, operculo acute conico rostrato, calyptra glabra.

Habitatio. Nova Guinea austro-orientalis, Mo-roka, 1100 m, Aug. 1893: L. Loria.

Var. *paraphysalis,* foliis calycinis in subulam longissimam flexuosam filiformi-attenuatam protractis, paraphysibus longis flavidis robustulis interpositis.

Habitatio. Nova Guinea, in iisdem regionibus prioris, altit. 1300 m, Julio 1893: L. Loria.

Var. *brevicaudata,* pulvinata ramis brevibus minus complanatis magis teretibus curvato-caudatis.

Habitatio. Nova Guinea, Stirling Range, 1500′, Decbr. 1894: Hb. Fr. Stephani 1895.

e) *Hypopterygium* (*Euhypopterygium*) *nematosum* n. sp.; caulis primarius longe repens tomentosulus; caulis secundarius pusillus semipollicaris sordide viridis tenellus fronde angusta vel medio parum dilatata, ramis previssimis inaequalibus; folia caulina parva, e basi angustiore rotundate ovata brevissime acuminata obliqua tenera, apicem versus breviter acutiuscule denticulata, limbo unicellulari dentes illos exserente circumducta, nervo brevi tenui, e cellulis parvis sed eleganter hexagonis diaphanis reticulata, siccitate horride imo crispatule patentia madore ramulum complanatum sistentia, inter axilla fila plura articulata fasciculatim diposita fusca exserentia. Caetera ignota.

Habitatio. Nova Guinea, Skroe prope Mc. Cluer Golf 1891: W. Micholitz legit sterilem.

E minoribus generis, sed caracteribus laudatis, praesertim filis fasciculatis axillaribus distincta species tenella.

f) *Cyathóphorum Loriae* n. sp.; surculus primarius longe repens tomentosus; caulis secundarius 1—2-pollicaris tenuis nigricans flexuosus tenellus simplex frondosus habitu *Cyath. pennati,* sed omnibus partibus multo tenerior, foliis minoribus sed pro foliolo dentibus longiusculis remotis aculeiformibus tenuibus basi lobatis apice saepius obliquis et dentibus brevioribus interpositis inaequaliter runcinato-serratis.

Habitatio. Nova Guinea austro-orientalis, Mo-roka (Port Moresby): Lamberto Loria Aug. 1893 sterile legit.

g) *Cyathóphorum penicillatum* n. sp.; caulis primarius repens tomentosus, sed surculos permultos bipollicares vel breviores flexuosos teneros angustifrondeos exserens, ideo cespites latos lutescentes rigidos sistens; caulis secundarius pro genere gracillimus, in penicillum aureo-rufescentem ex foliolis angustis lanceolato-acuminatis apice solum parum remote dentatis albescenti-reticulatis atque filis longis articulatis paraphysoideis compositum excurrens; folia caulina remota parva patentia valde complicata madore complanata, late ovato-acuminata apice dentibus longis aculeiformibus tenuibus et brevioribus inaequaliter runcinato-serrata, cuspide robusta plus minus longiuscula dentata terminata, e cellulis robustis majusculis utriculo primordiali tenerrimo obsoleto repletis reticulata. Caetera ignota.

Habitatio. Nova Guinea, Cloudy Mountains, Novbr. 1894 in altitudine 4000′ collegit S. Hb. Stephani 1895.

Planta pulcherrima ad tribum *Cyathophori Adianti* Mitt. pertinens, sed multo elatior.

h) *Orthorrhynchium Beccarii* n. sp.; surculus pusillus, fronde angustissima subsimplici saepius valde flexili stolonacea; folia dense equitantia summitate caulis planissima gemmullam nullam sistentia pauca, sed caulem brevissime acuminatum efficentia, latere visa perangusta in acumen sursum acute obliquatum obtusum excurrentia. Caetera nulla.

Habitatio. Nova Guinea, in monte Arfak ad Hatam, 5000—7000 ped altum: Dr. O. Beccari Julio 1875 legit.

i) *Orthorrhynchium cymbifolium* n. sp.; surculus pusillus; frons angusta cartilaginea nitida lutescens, stolones brevissimos teretes julaceos exmittens flexuosus conchaeformi-undulata; folia dense equitantia gemmulam terminalem polyphyllam minutam patulam vel clausam acuminatam formantia parva stricta anguste ligulata obtusatula. Caetera nulla.

Habitatio. Nova Caledonia, La Conception, cum *Hypno distichellô: Balansa* Nr. 3448.

k) *Orthorrhynchium Balansaeanum* n. sp.; surculus majusculus suprapollicaris utrinque ramulis perbrevibus patentibus vel magis assurgentibus angustis tenuiter cuspidatis remotis divisus; folia laxius equitantia apice surculi gemmulam polyphyllam obtusato-clausam sistentia, latere visu e basi angustiore latiuscule cymbiformia apice breviter obtusate sursum obliquato-acuminata, acumine brevissimo obtusissimo obsolete recurvo terminata. Caetera nulla.

Habitatio. Nova Caledonia, La Conception, in sylva 550 m altum: *Balansa* Nr. 3446 intermixtum.

O. Beccarii proximum, sed multo robustius et folia apice obtusissime obliquata obsolete obtusato-recurva. *Phyllogonium elegans* Bescher.

l) *Orthorrhynchium cymbifolioides* n. sp.; surculus pusillus angustus valde curvatus maxime breviter ramote ramulosus; folia laxiuscule equitantia parva, latere visu ligulato-cymbiformia apice obsolete obliquate obtusata, apice caulis gemmulam polyphyllam clausam obtuso-acuminatulam efficientia. Caetera ignota.

Habitatio. New S. Wales Australiae, Cambewarra, Octobri 1884: Thorpe in Hb. Melbourn. sub nom. *Phyllogon. elegans;* Tweed River, inter Bescherelliam vigens: *De Camara* in Hb. Melbourn. 1881; Queensland: Bailey in Hb. Kiaer 1883.

Ob folia ligulata obsolete obliquato-acuminata inter species supra descriptas mediam tenens.

74. *Mniadelphus Freycineti* (Schwägr.) C. Müll. Syn. II. p. 26. Folia e basi angustiore fibroso-decurrente late ovato-acuminata in cuspidem robustiusculam flexuosam exeuntia, limbo ad basin folii lato laxo apicem versus angustiore circumducta, e cellulis basi magnis laxis superne minoribus sed cellulis multo minoribus densioribus circumductis pulcherrime reticulata.

Diese diagnostische Formel umfasst drei Formenkreise, welche das herrliche Moos durchläuft; Kreise aber, welche möglicherweise drei verschiedene Arten darstellen, deren Tracht sie nicht wenig von einander unterscheidet, so dass ich sie in meiner Sammlung bereits unterschieden und benannt hatte. Es wird jedenfalls noch von den leider bisher unbekannten Früchten abhängen, ob diese Unterschiede einmal als specifische gelten dürfen. Nach einem Original-Exemplare, welches ich Camille Montagne verdanke, ist die folgende Form die zuerst entdeckte, und ich nenne sie:

1. Var. *lycopodioides*, indem sie ihre Stengel mehr oder weniger, einmal gekrümmt, kurz oder lang in walzenartiger Form radial von einem Kernpunkt aussendet.

Habitatio. Kanai in altit. 3000 ped.: F. L. Clarke 1886 in Hb. Bremen; Molokai, Kalae: Dr. Hillebrand.

2. Var. *crasse turgescens*, ramis elongatis curvatis foliis magnis latis squamaeformibus e viridi sulphureis dense imbricatis patentibus. *Mn. Baldwini* Hb. C. Müll.

Habitatio. West Maui in altit. 4500 ped.: D. D. Baldwin.

3. Var. *reflexula*, ramis elongatis viridibus dichotome divisis, foliis eleganter imbricatis subreflexo-patentibus. *Mn. Kalakauae* Hb. C. Müll.

Habitatio. West-Maui in altit. 5000 ped.: D. D. Baldwin.

75. *Mniadelphus paradoxus* (Mtge.) C. Müll. Syn. Musc. II p. 24. Folia angustata oblongo-acuminata breviter apiculata, limbo angustissimo ad basin folii evanescente circumducta, e cellulis ubique

parvis hexagonis basi longioribus laxioribus teneris angustis eleganter reticulata.

Habitatio. Hawaii, West-Maui in altit. 4500, ubi Dr. Hillebrand legit.

Diese lange nicht so stattliche, aber dennoch schöne Art lässt sich nach der hier gegebenen diagnostischen Formel leicht unterscheiden und scheint auch nur wenig zu variiren. Freund Montagne nannte sie eine paradoxe, weil er sie mit *Daltonia* verglich, mit welcher sie die calyptra basi fimbriato-ciliata theilt, aber nach ihrem übrigen Wesen nichts mit ihr zu thun hat, da sie eine stattliche Erscheinung ist gegenüber jener Gattung. Ich besitze nur zwei leichte Formen, eine gelb- und eine grünblätterige, welche letztere allerdings höchst auffallend abweicht, so dass ich sie als *Mn. Riemenschneideri* in Hb. C. Müll. unterschied, zu Ehren eines Mannes, der sie mir mit anderen Moosen von Honolulu im Jahre 1875 sendete.

76. *Mn. Hillebrandi* n. sp.; cespites pollicares e viridi lutescentes, ramis turgescentibus brevibus obtusatis; folia angustata oblongo-acuminata robuste breviter flexuose cuspidata, limbo o basi folii usque ad summitatem distinctiore circumducta, e cellulis basi magnis laxis apicem versus sensim minoribus sed tenuiter hexagonis densioribus reticulata.

Habitatio. Hawaiicae, Molokai, Kalae, cum *Mniadelpho Freycineti* associatus: Dr. Hillebrand.

Nach der gegebenen Diagnose stellt sich diese Art in die Mitte zwischen *Mn. Freycineti* und *Mn. paradoxus* und muss darum wohl als eigene Art betrachtet werden, obwohl sie dem ersteren nach der Tracht auffallend gleicht.

77. *Mniadelphus Wawraeanus* Rchdt. (ubi?); rami elongati dichotome divisi pallido-virides curvatuli obtusati; folia laxe imbricata homalioideo-asymmetrica vel magis regularia latiuscule oblonga late acuminata breviter cuspidata, limbo angusto infra dimidium folii omnino in rete cellulare dissoluto semimarginata, e cellulis basi laxis magnis apicem versus sensim minoribus sed hexagonis eleganter reticulata.

Habitatio. Insulae Hawaiicae: Wheeler legit 1879. Boswell in Hb. Geheeb 1879.

Caracteribus designatis species revera propria videtur; specimen nostrum tamen nimis incompletum est.

78. *Mniadelphus contortifolius* C. Müll. Syn. M. II p. 23 cum synonymis.

Habitatio. Hawaii, sine loco speciali: Gaudichaud. Eine Art, die ich noch bis heute nicht gesehen habe.

79. *Hookeria (Rhystophyllina) purpurea* n. sp.; pusilla vaga tenella breviramea purpurea; folia densiuscule imbricata parva madore patula transversali-undulata, e basi angustiore asymmetrica ad latus dexterum latum ad latus simistrum angustum formata ovato-oblongata praesertim rotundato-obtusata vel magis acuminata summitate maxime angustata obtusula, apicem versus dentibus brevibus

obtusiusculis serrulata, nervis binis tenuibus valde divergentibus ferrugineis supra medium evanidis exarata, e cellulis tenuibus inferne elongatis apice multo minoribus hexagonis pellucidis tenuiter reticulata; perichaetialia majora e basi lato-vaginante in acumen brevissimum subacutum raptim attenuata integerrima angustius reticulata; theca in pedunculo apice subruguloso crasso rubente inclinata, e collo longiusculo cylindracea; calyptra glabra campanulata capsulam nec omnino obtegens in lacinias plures obtusatas latiusculas fissa. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand, qui inter Cupressinam legit.

Typus brasiliensis, qui in regionibus illis oceanicis opprimit. Ad eandem affinitatem pertinet species sequens.

80. *Hookeria (Rhystopyllina) ligulacea* n. sp.; caulis longe repens vagus ramos breves complanatos virides exserens; folia laxe disposita reflexiusculo-patula symmetrica multo teniora, e basi fibrosa angustiore ovatula in laminam anguste oblongam late rotundate ligulatam vel angustorem hic illic complicatam flaccidam producta, superne dentibus brevissimis acutis serrulata, siccitate magis quam madore leniter transversim undulata, nervis binis divergentibus pallidis levissime exarata, e cellulis perteneris basi elongatis summitate minoribus magis ellipticis pellucide reticulata; perichaetialia e basi latissima ovata in acumen breve sensim attenuata integra; theca in pedunculo longiusculo rubro strictiusculo inclinata vel nutans, e collo brevi vix strumuloso ovalis parva, operculo conico-rostrato, calyptra parva glabra brevissime laciniata; peristomium robustulum, externum rufescens linea longitudinali tenui percursum, internum chryseum.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand; East Maui, 3500′ alt. legit D. D. Baldwin formam viridissimam robustiorem.

Caracteribus laudatis ab *Hookeria purpurea* valde remota.

81. *Hookeria (Pterygophyllum) megablastum* n. sp.; planta habitu *Pterygophylli lucentis*, sed folia majora obtuse acuta, e cellulis maximis laxissimis pellucidissimis tenioribus reticulata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W Hillebrand.

82. *Chaetomitrium Wheeleri* Hpe. in sched.; caulis secundarius pollicaris stramineus irregulariter breviter ramosus subturgescens; folia caulina siccitate minus madore magis patula, e basi angustiore late rotundate ovata, acumine latiusculo perbrevi semitorto serrulato terminata inferne brevissime denticulata caviuscula, nervis binis tenuibus longiusculis divergentibus delineata, e cellulis angustissimis pallidissimis in membranam scariosam veluti conflatis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Wheeler 1879. Boswell in Hb. Geheeb.

Ex habitu *Ch. rugifolium* (Sulliv. sub Holoblepharo) in memoriam redigens.

83. *Entodon flavifrons* n. sp.; cespites quam maxime lati deplanati profusi flavescentes glaberrimi nitidi duri; caulis primarius in ramos multos directione unica dispositos divisus; rami omnino complanati angusti longiuscule caudato-acuminati stricti vel apice curvati; folia caulina dense imbricata madore patula minuta, e basi parum constricta cellulis alaribus nonnullis parenchymaticis laxiusculis parvis ornata in laminam cymbiformi-ligulatam plus minus obtusiusculam vel acutiorem excurrentia, margine nusquam revoluta apice minute denticulata, obsolete brevissime binervia, e cellulis angustis densis in membranam pallidam cartilagineam veluti incrassatis areolata. Caetera exspectanda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand 1870.

Species caracteribus laudatis facillime cognoscenda cespitibus latissimes cartilagineis pulchre diverse flavis appressis prima fronte distinctissima.

84. *Entodon reflexisetus* n. sp.; caulis in ramulos breves teneros plumosos irregulariter pinnatim divisus; ramuli remoti pallidi attenuati angustissimi; folia caulina patula ruguloso-undulata madore patentia minuta, e basi constricta recurva cellulis alaribus nonnullis hexagonis laxiusculis ornata in laminam cymbiformi-oblongam vix ligulatam exeuntia, margine ubique erecto supremo minute denticulata, nervis binis obsoletis brevissimis, e cellulis angustissimis in membranam mollem pallidissimam veluti incrassatis areolata; perichaetialia minora ad pedicellum appressa magis acuminata; theca (immatura) in pedunculo reflexo-ascendente tenui flavido erecta minuta. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West-Maui, in valle Olowalu, 1500 ped. altus: D. D. Baldwin 1875.

Ob foliorum formam ligulato-acuminatam *Entodonti flavifrondi* simillimus, sed caracteribus designatis praesertim teneritate partium omnium distinctissimus.

85. *Entodon Hillebrandi* n. sp.; monoicus, cespites lati sed humiles pallidissimi; caulis in ramulos breves inordinatim pinnate divisus; ramuli complanati duri cartilaginei angusti robustiusculi obtusiusculi valde intricati; folia caulina dense imbricata madore patula, e basi brevi constricta cellulis alaribus multis hexagonis laxiusculis griseis ornata in laminam cymbiformi-oblongam breviter curvato-acuminatam excurrentia enervia superne minutissime denticulata, e cellulis maxime angustissimis longiusculis in membranam cartilagineam pallidam veluti conflatis areolata; perichaetialia dense appressa e basi vaginacea in acumen longiusculum subulatum patulum protracta; theca in pedunculo pro plantula longiusculo crassiusculo substricto erecta cylindrica; peristomii dentes externi intense rubri, interni rubri angustissimi linea longitudinali leviter exarati nec perforati sed distincte articulati. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand 1870.

Entodonti Solanderi Ångstr. Tahitensi persimilis, sed hicce differt jam foliorum reticulatione laxiore atque theca cylindrica subarcuata.

86. *Neckera (Rhystophyllum) hawaiico-pennata* n. sp.; monoica; caulis primarius ramosissimus, ramis elongatis flexuoso-curvatis perangustis breviter ramulosis laete flavido-lutescentibus latissime dilatatus; folia caulina laxe imbricata madore valde patula, ramulos patentes plumosos gemmula minuta conclusa terminatos constituentia, distincte transversim undulata madore autem planissima pallidissima parva, e basi angustiore parum asymmetrica in laminam anguste oblongam ligulato-acuminata, caviuscula, nervis binis brevissimis subobsoletis leviter exarata, e cellulis angustissimis summitatem versus magis ellipticis minoribus albescentibus areolata; perichaetialia multo majora, e basi lato-vaginata in subulam longiusculam strictiusculam attenuata; theca immersa anguste cylindrica, operculo conico rostrato erecto; peristomium longum: externi dentes angusti longe subulati articulati lutei valde cristati, interne illis aequilongi longissime capillares basi linea longitudinali divisi.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, sed certe ex regionibus elatioribus: Dr. Hillebrand.

A. *N. pennata* statura gracili jam remote differt; species distinctissima elegans.

87. *Neckera (Omaliopsis) aquatilis* n. sp.; caulis secundarius elongatus fluitans viridissimus, ramis brevioribus basi et summitate angustioribus curvatis viridissimis irregulariter pinnatus; folia tenuia parva dense imbricata surculum planissimum sistentia madore patula, e basi angustiore ligulato-ovata rotundato-obtusata, acumine brevissimo latiusculo terminata, planiuscula brevissime obsolete binervia, integerrima, e cellulis viridissimis veluti conflatis angustissimis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, 3000 ped. alt. in aquis: D. D. Baldwin. Riemenschneider misit 1875 ex Honolulu.

Neckerae glabellae similis, sed tenuitate partium omnium jam remotum.

88. *Neckera (Omaliopsis) Baldwini* n. sp.; caulis secundarius suprabipollicaris strictus vel curvatus, simplex vel ramulis brevissimis patentibus divisus viridissimus latifrondeus aequalis summitate obtusatus, basi attenuatus minutifolius; folia caulina dense imbricata planiuscula viridissima majuscula, e basi decurrente angustiore asymmetrico-oblonga latiore ligulato-obtusata, acumine brevissimo latiusculo terminata, nervis binis tenuissimis longiusculis percursa, summitate distincte minute denticulata, e cellulis viridissimis inferne angustissimis apice ellipticis minoribus areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, in faucibus montium, 4500 ped. alt.: D. D. Baldwin, qui nomine *Neckerae Lepineanae* 1875 per Domin. Riemenschneider ex Honolulu misit.

Neckerae aquatili similis, sed multo major atque foliis multo latioribus apice crenulato-dentatis jam diversa.

89. *Homalia Australasica* C. Müll. Syn. Musc. II, p. 42, sub Neckera, quoad specimen in insula Oahu (Owyhee alior.) a Menzies lectum.

Omalia intermedia Ångstr. in Vetensk. Akad. Förh. 1872, p. 17.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: J. N. Andersson; West Maui in vallibus 1500′ altis: D. D. Baldwin 1875; in loco non indicato legit copiose Dr. Hillebrand.

90. *Papillaria (Plumatella) flavuscula* n. sp.; caulis primarius repens, secundarius 1—2-pollicaris in ramos tenues plumose foliosos breviter ramulosos fastigiatos frondem dichotome pluries divisam sistentes divisus chryseus, inferne nudus tenuis ruber flexuosus; folia caulina minuta laxe plumose patula madore valde patula, e basi angustiore utrinque parum impressa lato-lanceolata in acumen longiusculum flexuosum saepius semitortum attenuata, carinato-concava nervo tenuissimo mediano percursa indistincte tenuiter denticulata, e cellulis longis angustis tenerrime papillosis obscuris griseis areolata; perichaetialia multa basi vaginata in subulam longissimam tenuissimam capillarem valde patulam protracta. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand.

Ex habitu Porotrichum, quare prius speciem elegantem ad genus hocce false traxi. Inter Papillarias ideoque melius tribum propriam constituebit.

91. *Meteorium (Rhystotis) atrocaule* n. sp.; caules secundarii breviter vel longissime penduli crassiusculi flexuosi simplices vel ramis remotis latiusculis curvatis nigricantibus summitate flavidis crassofoliosis inordinatim divisi; folia caulina laxe imbricata madore valde patula ramulum plumosum sistentia, e basi valde coarctata auriculo magno laxe reticulato undulato (unde nomen Rhystotis) ornata late oblonga in acumen longiusculum et in subulam longissimam maxime terebellatam spiraliter tortam protracta integerrima, nervo elongato pertenui ad medium evanescente carinato-concava, e cellulis angustissimis longiusculis pellucidis vel rufescentibus tenuiter punctatis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Maui, ad truncos arborum altitudine 6000 ped.: F. L. Clarke 1886, in Hb. Bremen.

Muscus speciosus quoad configurationem partium omnium, praesertim folia uninervia, verosimiliter Meteorium maxime proprium.

92. *Meteorium (Glyphidium) sciuroides* n. sp.; cespites lato-expansi rigidissimi lutescentes leucodontei laxissime intricati; caulis primarius teretiusculus longe profusus; caulis secundarius crassior teres longus curvatus sciuroideo-attenuatus, ramis similibus longis simplicibus vel hic illic ramulo perbrevi divisis; folia caulina densissime imbricata, madore vix patula majuscula, e basi lata cavernoso-plicata ovata in laminam acuminatum latiusculam attenuata,

inferne tenuiter denticulata superne serrulata, nervo in plica excurrente tenui evanescente pallido carinato-concava, e cellulis elipticis incrassatis pallidis areolata; perichaetialia majora e basi vaginata in acumen longum subulatum reflexiusculum attenuata integerrima; pedunculus longiusculus crassiusculus rigidus flexuosus; calyptra glabra. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali; sed certe ex regionibus altioribus: Dr. Hillebrand.

Muscus valde proprius proh incompletus! Habitus perfecte leucodonteus, sed foliis nervosis ab omnibus Leucodontibus toto coelo remotus.

93. *Meteorium (Glyphidium) pallido-virens* n. sp.; cespites penduli lutescenti-virentes intertexti; caulis tenuis elongatus ramulis perbrevibus tenuibus veluti plumulosis curvulis irregulariter pinnulatus; folia caulina parva siccitate et madore patula, e basi angustiore rotundata anguste ovata in laminam acuminatam plus minus longiuscule subulatam protracta stricta, ad basin margine reflexum profunde plicata, inaequalia integerrima, nervo in plica percurrente evanescente exarata, e cellulis ellipticis incrassatis parvis pallidissimis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, sed verosimiliter monticolum: Dr. Hillebrand.

Meteorio sciuroidi quoad folii configurationem affine, sed partibus omnibus diversum.

94. *Pilotrichella (Turgidella) Mauiensis* (Sulliv.) in Wilkes Exped. p. 21 t. 19 sub Meteorio.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui et in regione septentrionali crateris Haleakala: Exped. Wilkes; East Maui, alt. 3500 ped.: D. D. Baldwin; Maui, in sylvis, 3000 ped. alt.: F. L. Clarke 1886. Hb. Bremen; in loco non indicato legit quoque Dr. Hillebrand.

95. *Pilotrichella (Barbella) trichophora* (Mtge.). Theca (hucusque incognita) in pedunculo perbrevi vix emersa parva oblonga, sed, quod dolendum est, vetusta.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in locis non indicatis leg. primus omnium Gaudichaud, multo serius Dr. Hillebrand (cum fructu); East Maui, 2500 ped.: D. D. Baldwin 1875; in sylvis ad pedem montis Mauna Kea.

96. *Pilotrichella (Gastrella) desmoclada* n. sp.; longe pendula ramosissima pallidissima rigida; rami longi valde curvati teretiusculi, ramulis valde remotis sciuroideo-attenuatis curvatis pinnati longiuscule stolonaceo-profusi; folia caulina dense imbricata parva, caulem veluti catenulatum sistentia, madore turgescenti-patula veluti vesiculosa, e basi rotundata cellulis alaribus paucis rotundis incrassatis auriculum indistinctum parvum chryseum sistentibus praedita in laminam cymbiformi-oblongam superne involutaceo-concavam brevissime mucronatam excurrentia enervia, e cellulis angustissimis in membranam veluti conflatis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, sed verosimiliter e regionibus altioribus: Dr. Hillebrand.

Species distinctissima ramificatione squarrosa expansa, ramis longis remotissime pinnatis pallidissimis catenulato-foliosis. Rigidate hujus ramificationis muscus proprius.

97. *Pilotrichum (Eupilotrichum) rugifolium* C. Müll. in Syn. Musc. II. p. 177.

Habitatio. Insula Oahu Hawaiica (Owyhee alior.). Hooker in Hb. Sprengel; sed quis collegit, nescimus.

Typus perfecte Americanus.

98. *Trachypus ornans* (Rchdt. sub Hemiragis!!)

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand, Dr. v. Wawra in Exped. Austr. transatl.; West Maui, 5500 ped. alt.: D. D. Baldwin; Hawaii, in sylvis alt. 3000 pedum: F. L. Clarke 1886 in Hb. Bremen.

Trachypodi auriculato et affinibus Indicis persimilis; species pulcherrima, ab Hemiragi toto coelo remota. Typus perfecte Indicus.

99. *Leucodon Sandwichensis* n. sp.; caulis elongatus crassiusculus lutescens, ramis brevibus strictis et longioribus curvatis obtusulis madore turgidulis irregulariter divisus speciosus; folia caulina dense imbricata madore erecto-patula indistincte secunda majuscula valde cavernoso-plicata, e basi angustiore parum impressa cellulis alaribus paucis rotundatulis praedita in laminam lato-ovata longius acuminata subulata, margine integerrimo vel vix denticulato erecto infima basi solum parum revoluta enervia, e cellulis ellipticis majusculis in membranam scariosam lutescentem veluti conflatis areolata; perichaetialia multo longiora e basi lata vaginata in subulam elongatam protracta; theca (vetusta) in pedunculo longiusculo spiraliter torto rubro tenui glabro erecta ovalis. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, 3000 ped. altit.: D. D. Baldwin. Riemenschneider misit ex Honolulu 1875.

Ex habitu *Leucodonti Schweinfurthi* haud dissimilis, sed quoad formationem foliorum toto coelo divergens et speciosa species.

Palamocladieae C. Müll.

Habitus hypnaceus ad Leucodonteas transiens; folia plicata uninervia, basi cellulis alaribus minutis incrassatis et auricula parva plus minus evoluta ornata, e cellulis incrassatis in membranam pallidam conflatis rotundis vel ellipticis longioribus areolata; theca erecta cylindrica membranacea, operculo minuto conico-oblique rostellato; peristomium hypnoideum; calyptra dimidiata.

Genus: *Pleuropus* Griff. Posth. Papers. p. 468 t. 90 Fig. 1. Cum specie *Pl. Neilgheriensis* (Mtge. sub. Isothecio). An *Pl. fenestratus* Griff. (l. c.) species eadem sit, dubium est. Sed nomen *Pleuropus* a Celeber. Persoon ad genus Fungorum aliquid traditum in *Palamocladium* mutandum erat.

Species: Pal. Neilgheriense (Mtge.), P. sericeum (Hsch. sub Leucodonte), Capense, P. Mexicanum C. Müll., P. Ulei C. Müll.

e Serra do Oratorio Brasiliae, P. Schoanum C. Müll. Abessinicum, P. Boivinianum (Bescher. sub Homalothecio) ex insulis Comor. et P. trichophyllum (Sw. sub Neckera) Indiae occidentalis.

Omnes hae species caracterem habent sequentem: caulis fasciculatim in ramulos robustos curvulos pallescentes divisus. Tribum igitur *Palamocladium* proprium constituunt. Sectiones autem genus plures extra includit, nempe:

2. *Oedicladium:* caulis repens, ramis brevibus ascendentibus simplicibus curvatis teretibus tenuibus remote dispositis; folia minuta angusta plicato-lanceolata basi utrinque auricula minuta e cellulis minutis griseis areolata.

Species: *P. Celebesiae* C. Müll. *Hypnum Neilgheriense* in Bryol. Javanica. Ex Celebes in Hb. Lugd. Batavor. A Palamocladiis simplicitate ramificationis valde diversum, sed quoad foliorum configurationem huc pertinens.

3. *Oticodium* C. Müll. Caulis vagans cespites planiusculos sistens, ramos emittens perbreves sciuroideo-curvatos lutescenti-pallidos rigidos simplices vel in ramulos maxime breves divisus; folia parva plicato-lanceolata inaequalia, basi e cellulis multis quadratis minutis griseis auriculam efficientibus superne rotundis vel ellipticis pallidissimis areolata. Huc pertinent ex insulis Hawaiicis species sequentes:

100. *Palamocladium sciurellum* n. sp. Caracter sectionis, sed foliis brevioribus siccitate remotiusculis rotundate areolatis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Waiho: Dr. W. Hillebrand. Circa Honolulu legit N. J. Andersson in Exped. Eugeniae 1852 specimina, quae foliis longioribus et longius areolatis a praecedente recedunt. J. Ångström in sched. nominavit *Hypnum (Ectropothecium)* pacificum.

Haec species magis quam *P. Celebesiae* ad Palamocladia vera occedit.

101. *Palamocladium Wilkesianum* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes p. 19 t. 17).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Kaala Mountains, Kauai; Mauna Kea; District of Puna: Hb. Sullivant. In loco non indicato legit Dr. Hillebrand 1870 in cespitibus latissimis. Varietatem „altisetam“ graciliorem legit 1886 F. L. Clarke in 6000 ped. altitudine insulae Maui.

102. *Limbella tricostata* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes p. 13 t. 9).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Hawaii, sine loco speciali. Hb. Sullivant; West Maui, in faucibus inundatis, 4500 ped. alta: D. D. Baldwin 1875.

103. *Limbella limbatula* n. sp. *Limbellae tricostatae* simmillima, se robustior latior et folia majora latiuscule ovata (nec anguste oblonga), limbo minus distinctius evoluta, robustius indistincti areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, in aquis, 3000 pe alta: D. D. Baldwin 1875.

104. *Limbella leptolomacea* n. sp.; cespites elongati 5—6-pollicares fluitantes intricati sordide virides; caulis inferus nudiusculus vel foliis minutis patentibus obtectus, superus frondem sensim latiorem neckeroideam flexuosam longissimam sistens, hic illic in ramos simplices vel parum ramulosos remotos curvatos lepto-frondosos divisus; folia laxe patentia remotiuscula madore surculum conomitrioidem constituentia, anguste oblonga longiuscula acuto-acuminata ad acumen distincte serrata, limbo ad summitatem deficiente. Caetera requirenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand; Kauai, 4000 ped. alt. in aquis torrentibus: F. L. Clarke 1886 in Hb. Bremen.

Planta speciosa porotrichoidea, partibus omnibus tenerioribus a prioribus facile distinguenda.

105. *Vesicularia Sandwichensis* n. sp; monoica; cespites plani laete lutescentes duri; caulis vagus valde intricatus, ramis brevibus subteretibus inordinatim pinnatulus; folia caulina parva dense imbricata madore patula, e basi lata fibrosa ovata in laminam sensim acuminatam et in subulam reticulatam acutatam obliquam vel falcatam attenuata, obsoletissime binervia concava integerrima, e cellulis laxis longiusculis utriculo primordiali valde repletis ideoque sordidis irregulariter reticulata; perichaetialia e basi late vaginante longissime subulata; theca in pedunculo longiusculo crassiusculo flexuoso rubro nutans minuta, e collo brevi oblonga operculo minuto conico acuto. Caetera ignota.

Hookeria (Omaliadelphus) Sandwichensis C. Müll. olim.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Oahu: Didrichsen in Expeditione transatlantica Danica.

Caule dense folioso, foliis arcte imbricatis parvis lutescentibus atque theca minuta facile cognoscenda.

106. *Vesicularia perviridis* (Ångstr.); monoica; caulis repens ramis perbrevibus dense dispositis subteretibus mollibus viridissimis pinnatus; folia dense imbricata madore patula parva, e basi lata obsoletissime binervi vel enervi subrotundate ovalia in subulam perbrevem obliquam reticulatam producta profundius concava integerrima, e cellulis parvis laxis utriculo primordiali viridi repletis pellucidis eleganter reticulata; perichaetialia e basi late vaginata in subulam elongatam flexuosam reticulatam protracta; theca in pedunculo longiusculo tenui brunneo nutans minuta, e collo brevi oblonga, operculo conico rostellato. Caetera ignota.

Hypnum (Ectropothecium) perviride J. Ångstr. 1874 in schedulis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: N. J. Andersson in Exped. transatlantica Suecica sterilem legit; in loco non indicato collegit serius Dr. Hillebrand cum fructibus immaturis et pedunculis vetustis.

A *Vesic. Sandwichensi* proxima caracteribus designatis certe distinguitur.

07. *Vesicularia condensatula* n. sp.; monoica; caulis ramis brevibus laete lutescenti-viridibus dense dispositis patentibus mollibus

nitidis eleganter pinnatis cupressinaceis; folia caulina densiuscule disposita madore turgescenti-patula parva, e basi fibrosa lata plus minus rotundate ovata in acumen latiusculum breviter subulatum acutum producta, profundius concava integerrima enervia, e cellulis longiusculis laxis teneris pellucidis inanibus tenuiter reticulata; perichaetialia multo majora e basi latissime ovate vaginata enervi laxius reticulata in acumen reticulatum longissime subulatum reflexum protracta; theca in pedunculo elongato tenui strictiusculo flavo-rubente nutans minuta, ampullaceo-ovalis macrostoma siccitate sub ore valde coarctata; peristomii dentes externi robusti lati linea longitudinali percursi. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand; West-Maui, Olowalu crater, 1500′ alt.: D. D. Baldwin.

Multo elegantior quam *Vesic. Sandwichensis* et *perviridis*, diversa praecipue caule revera eleganter pinnato, foliorum reticulatione pellucida tenera, foliis calycinis longissime subulatis valde recurvatis atque capsula brevi ampla.

108. *Vesicularia rhynchostegiopsis* n. sp.; monoica; rami latiusculi ramulis densiuscule pinnatis vel brevibus curvulis remotis subturgide complanatis divisi longiuscule simpliciter excurrentes; folia caulina dense squamato-imbricata squarruloso-patentia brevia, madore dense turgescenti-patula parva, e basi fibrosa angustiore ovalia subula perbrevi tenui incurva terminata tenera mollia enervia caviuscula integerrima, e cellulis teneris pellucidis parvis utriculo primordiali tenerrimo obsoleto repletis reticulata; perichaetialia parum majora in subulam recurvatam vel incurvatam brevem acutatam producta; pedunculus ruber. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. Hillebrand.

Imbricatione squarruloso-squamata, foliis caulinis parvis teneris tenuiter reticulatis breviter subulatis et perichaetialibus parvis breviter subulatis a congeneribus Hawaiicis facile distinguitur. An *Hypnum apertum* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 18?

109. *Vesicularia graminicolor* (Ångstr. sub Hypno in Vetenskap. Akadem. Förh. 1872. No. 4 p. 15).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: J. N. Andersson in Exped. Eugeniae (1851—53).

Mihi ignota: an aliqua supra descripta?

110. *Catagonium Draytoni* (Sulliv. sub Hypno in Wilkes Exped. p. 16 t. 14).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in sylvis ad basin orientalem Montis Mauna-Kea in districtu Puna, unde Cl. Sullivant habuit Molokai: Dr. W. Hillebrand; West-Maui; 4000 ped. alt.: D. D. Baldwin:

111. *Catagonium Eudorae* (Sulliv. sub Hypno in Wilkes Expec p. 17 t. 14).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, in sylvis ad basin orientale Montis Mauna-Kea et in Kaala-Mountains insulae Oahu: H

Sullivant; in loco non speciali quoque legit Dr. W. Hillebrand.

112. *Sigmatella (Thelidium) Pickeringii* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes. p. 18 t. 15).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Oahu, in montibus circa Honolulu; Hawaii, District of Puna: Hb. Sullivant.

113. *Sigmatella (Eusigmatella) tenerrima* (Ångstr. sub Plagiothecio in Vetensk. Akadem. Förhandl. 1872 Nr. 4 p. 16).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: N. J. Andersson in Exped. Eugeniae (1851—53).

114. *Taxicaulis Hawaiicus* n. sp.; monoicus; cespites lati humiles byssacei densi sordide virides valde intricati; caulis tenellus vage ramosus, ramis brevissimis teneris intertextis; folia caulina perminuta imbricata madore patenti patula, e basi angustiore cellulis alaribus obsoletis pallidis praedita minute ovato-acuminata acuta subenervia pallida integerrima, e cellulis angustissimis minutissimis densis pallidis areolata; perichaetialia minora angustiora magis acuminata teneriora; theca in pedicello elongato tenui rubro glabro flexuoso minuta inclinata, oblonga valde arcuata sub ore constricta; peristomium pro capsula nana majusculum, dentibus externis luteis, internis aurantiacis, ciliolis singulis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, Monte Haleakala vulcanico, Martio 1872: Dr. W. Hillebrand.

Ramulis teneris madore patentifoliis, foliis perminutis densissime areolatis atque theca longipedunculata valde arcuata minuta facile cognoscendus.

115. *Taxicaulis catagonioides* n. sp.; monoicus; cespites lati humiles pallidi nitiduli; caulis tenellus repens, ramis brevissimis simplicibus vel ramulosis angustissime complanatis caudato-attenuatis fissidentoideis; folia caulina dense imbricata madore parum patula minuta, e basi brevissima coarctata angustissime oblongo-acuminata strictiuscula, caviuscula enervia superne vix minute denticulata, e cellulis angustissimis densis pallidissimis areolata; perichaetialia majora longiora, e basi vaginacea in laminam longe subulatam acicularem curvatam integerrimam attenuata; theca in pedicello elongato tenui rubro strictiusculo suberecta minuta oblonga arcuata sub ore coarctata, operculo minuto conico, peristomio minuto normali.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand.

Ramulis fissidentoideo-complanatis angustis jam facile distinguendus, quare nomen triviale.

116. *Taxicaulis Anderssoni* (Ångstr. sub Plagiothecio in Vetensk. Akadem. Förhandl. 1872. Nr. 4 p. 15).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Honolulu: J. N. Andersson in Exped. Eugeniae (1851—53).

Omnes species tres Taxicaulis ad tribum „Leucoblasti“ pertinent.

117. *Pungentella capillariseta* n. sp.; cespites lati maxime intricati flavo-lutescentes; caulis ramis et ramulis perbrevibus valde divisus pollicaris; folia caulina parva laxiuscule imbricata, madore patula, plus minus secunda summitatem surculi uncinatulam sistentia, e basi latiuscula cellulis alaribus vesiculosis praesertim duabus magnis albidis subauriculata in laminam ovato-acuminatam margine parum undulatam et in subulam elongatam piliformem curvatam saepius valde flexuosam minute denticulatam attenuata concava enervia, e cellulis distincte ellipticis areolata; perichaetialia minora, e basi vaginata in subulam breviorem serrulatam exeuntia; theca in pedunculo elongato flexuoso pertenui rubro inferne glaberrimo apice valde acutiuscule verrucoso arcuato erecta minuta ovalis, siccitate sub ore constricta. Reliqua ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, Kanapali: Dr. W. Hillebrand Augusto 1870 legit.

Species distinctissima: foliis piliformi-subulatis denticulatis, cellulis alaribus 2—3 magnis hyalinis, areolatione elliptica, pedunculo elongato apice asperrimo atque theca minuta. E minoribus atque tenerioribus.

118. *Pungentella lepto-cylindracea* n. sp.; monoica; cespites parvi tenelli flavo-lutescentes valde intricati teneri molles; caulis pusillus; ramulis tenuibus setifoliis summitate secundis; folia caulina parva siccitate et madore patula, e basi angustiore chrysea cellulis alaribus parvis vesiculosis 2—3 hyalinis ornata in laminam angustam oblongo-acuminatam longe curvate subulatam denticulatam protracta, planiusculo-concava enervia, e cellulis angustis longiuscule ellipticis areolata pallidissima; perichaetialia minora vaginata in subulam minute serrulatam protracta; theca in pedunculo tenui rubro valde flexuoso breviusculo glaberrimo apice autem maxime densissime hispidulo-verrucoso erecta minuta, e collo brevi tumidulo verrucoso obconico-cylindracea rubra leviter mammillosa siccitate sub ore constricta; peristomium minutum dense conicum.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Minor quam *P. capillariseta* et differt foliis angustis, reticulatione longiore angusta, cellulis alaribus minoribus, pedunculo brevi apicem versus hispidulo atque theca angusta cylindracea mammillosa.

119. *Pungentella fusco-flava* n. sp.; monoica? cespites lati fusco-flavi duri densi sed nec compacti nec tomentosi pollicares; caulis robustiusculus irregulariter ramulosus, ramulis brevibus vel longioribus summitate brevissima gemmaceo-cuspidatis vix curvatis; folia caulina dense imbricata subhorride patula secunda madore valde patula majuscula, e basi angustiore late ovato-acuminata breviter acute subulata integerrima enervia, inferne planiusculo-concava superne parum involutacea, e cellulis angustissimis in membranam scariosam pallide flavam conflatis glaberrimis areolata nitidula, cellulis alaribus magnis vesiculosis semilunato-appressis

ad basin parum introrsum impressam dispositis ornata; perichaetialia in cylindrum congesta vaginata breviter subulata; theca in pedunculo perbrevi tenui glabro erecta minuta ovalis siccitata sub ore coarctata, operculo minuto conico rostrato recto. Caetera quaerenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Molokai: Dr. W. Hillebrand 1870 legit.

var. α. *cuspidatissima*; foliis magis convolutis et longe subulatis.

Habitatio. In iisdem regionibus insulae Molokai: Dr. W. Hillebrand. *P. cuspidatissima* C. Müll. in sched.

var. β. *robusta*; foliis majoribus magis lutescentibus basi latiore veluti vesiculoso-inflatis igitur squamate imbricatis.

Habitatio. In iisdem regionibus insulae Molokai: Dr. W. Hillebrand. *P. rufula* C. Müll. in sched.

120. *Pungentella Baldwini* n. sp.; monoica; cespites lati 1—2-pollicares virenti-lutescentes nitiduli valde intricati horride foliosi; rami tenuiusculi flexuosi in cuspidem brevissimam vix curvatam excurrentes; folia caulina horride patula indistincte secunda, e basi latiuscula cellulis alaribus magnis vesiculosis 5—6 sublunatis aureis et hyalinis ornata in laminam latiuscule oblongo-acuminatam stricte subulatam acutam excurrentia concava enervia, sursum veluti in cylindrum contorta canaliculata integerrima, e cellulis angustis longiusculis pallidis distinctis areolata; perichaetialia minuta dense appressa, e basi vaginacea in subulam brevem rectam prodientia; theca in pedunculo perbrevi glabro rubro tenui fragili erecta minuta ovata, operculo conico longe recte rostrato rubro; peristomium minutum.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, 3500 ped. alt.: D. D. Baldwin 1875; Molokai: Dr. W. Hillebrand 1870; Kilauea, 4000 ped. alt.: F. L. Clarke 1886; Kauai, in sylvis alt. 4000 pedum: idem.

Minor et tenuior quam *P. fusco-flava*, differt ab eadem foliatione horrida, ramis tenuioribus, foliis in cylindrum contortis areolatione distincta atque habitu omnino alieno. An *Hypnum sigmatodontium* Ångstr. in Vetenskap. Akad. Förhandl. 1872 No. 4 p. 15?

121. *Aptychus molliculus* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes. p. 14 t. 11).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Hawaii, in sylvis ad basin orientalem Montis Mauna Kea: Hb. Sullivant.

122. *Aptychus microcarpus* (Sull. in Exped. Wilkes p. 16 sub Hypno.)

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Hawaii, in sylvis ad pedem orientalem Montis Mauna Kea: Hb. Sullivant.

Species sine dubio nova, ab *Aptycho microcarpo* removenda.

123. *Cupressina (Amphorithecae) arcuata* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes. p. 15 t. 12).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Hawaii, District of Puna, East Maui: Hb. Sullivant.

124. *Cupressina (Amphorithecae) opaeodon* (Sulliv. sub Hypno in Exped. Wilkes.)

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Hawaii, Mauna Kea, in sylvis; West Maui, 5500 ped. alta; D. D. Baldwin 1875.

125. *Cupressima (Amphorithecae) Sandwicensis* (Hook. et Arn. sub Hypno in Bot. of Capit. Beecheys Voy. 1841. p. 100).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Lay et Collie in Exped. ann. 1825—28; serius Didrichsen in Exped. transatlant. Danica; nuperius F. L. Clarke ad truncos arborum in alt. 500 pedum (1886).

126. *Cupressina (Amphorithecae) micro-hemisphaerica* monoica; n. sp.; cespites latiusculi luteo-virides deplanati tenelli valde intricati; caulis tenellus vagans, ramis perbrevibus dense dispositis eleganter pinnatus, frondem nanam attenuatam brevem complanatam apice vix curvulam sistens; folia caulina dense imbricata minuta maxime falcata secunda, e basi late truncata in laminam ovato-acuminatam subulatam integerrimam vel minutissime denticulatam acutatam breviusculam excurrentia enervia caviuscula, e cellulis angustissimis densis in membranam pallidam veluti conflatis infima basi nonnullis majoribus pellucidis areolata; perichaetialia multo majora, e basi vaginata in acumen elongatum subulatum strictum protracta; theca in pedunculo longiusculo tenui rubro glabro flexuoso nutans parva sed ampullaceo-ovalis hemisphaerica constricta macrostoma, peristomio minuto. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Molokai, Pali of Pelekanen: Dr. W. Hillebrand 1870.

E minutissimis congenerum Hawaiicorum, theca globose ampullacea minuta sub ore angustissime constricta atque statura tenella raptim distinguenda.

127. *Cupressina (Amphorithecae) hawaiico-cupressiformis* n. sp.; monoica; cespites latissimi laete lutescentes robustiusculi intricati; caulis longiuscule repens, ramis brevibus dense congestis frondem attenuatam sistentibus pinnatus longiuscule profusus; folia caulina densiuscula imbricata madore patula majuscula, e basi angustiore parum impressa oblique anguste lanceolata in subulam longiusculam acicularem sursum curvatam integerrimam excurrentia enervia, e cellulis angustissimis membranam pallidam constituentibus areolata, margine ubique erecta; perichaetialia multo majora, e basi lato-vaginata in subulam robustam elongatam patulam vel reflexam minutissime denticulatam laxius reticulatam protracta; theca in pedunculo pro statura surculi breviusculo tenui rubente nutans parva ampullaceo-ovalis macrostoma sub ore constricta, operculo conico obtusato. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand 1870.

Habitus *C. cupressiformis* Europaeae, sed theca minuta ampullacea jam remotissima.

128. *Cupressina (Amphorithecae) tristissima* n. sp.; monoica; cespites latissimi applanati intricati sordidissime virides; caulis longe repens profusus, ramis brevibus flexuosis remotis angustis irregulariter pinnatus; folia caulina parva brevia remotiuscule disposita parum falcata, e basi parum angustiore ovato-lanceolata in laminam breviter subulatam curvatam minute denticulatam excurrentia, caviuscula margine ubique erecta tenuiter membranacea pallidissima enervia, e cellulis maxime angustis in membranam veluti conflatis areolata; perichaetialia multo majora, e basi lato-vaginata in subulam robustam elongatam apice curvatam denticulatam laxius reticulatam protracta; theca in pedunculo longissimo tenuissimo glabro rubro minuta suberecta serius nutans, e collo brevissimo oblonga constricta, operculo majusculo cupulato in rostellum conicum erectum exeunte; peristomium majusculum normale.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Dr. W. Hillebrand.

Cupressinae hawaiico-cupressiformi similis et proxima, sed cespitibus luridis, surculo irregulariter remote pinnato, foliis multo brevioribus vix falcatis tenuiter membranaceis, pedunculo longissimo, theca minore et operculo cupulatò conico rostellato diversa.

129. *Cupressina (Càlliferae) luridissima* n. sp.; cespites latissimi pulvinati lurido-lutei nitidi robusti intricati; caulis parce ramulosus nec pinnatus, ramis crassiusculis apice parum curvatis secundifoliis; folia dense imbricata siccitate et madore directione diversa patula majuscula, e basi parum constricta cellulis alaribus magnis laxis vesiculosis 2—3 hyalinis vel aureis ornata in laminam latiuscule ovato-acuminatam longiuscule subulatam acutatam integerrimam attenuata caviuscula, e cellulis longiuscule ellipticis in membranam luteolam incrassatis areolata; perichaetialia minora appressa, e basi vaginacea in acumen subulatum acutum denticulatum progredientia diaphana; theca in pedunculo breviusculo flexili rubro crassiusculo apicem versus valde verrucoso summitate arcuato minuta nutans e collo verrucoso angustissime cylindrica coarctata, operculo e basi longe conica in rostrum longe subulatum protracto, peristomio pro fructu minuto majusculo normali.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand.

Ex robustioribus congenerum et species distinctissima.

130. *Cupressina* (*Amphorithecae*) *subarcuata* n. sp.; cespites pulchre sericeo-lutescentes laxe intricati; caulis vage ramosus, ramis inordinatim pinnatis, ramulis perbrevibus summitate extrema parum falcatis; folia caulina secunda falcata madore ramulum complanatum sistentia majuscula, e basi angustiore cellulis alaribus vesiculosis parvis paucis hyalinis vel aureis ornata in laminam peranguste oblongo-acuminatam curvato-subulatam acutam excurrentia integerrima cymbiformi-concava margine ubique erecta, e cellulis angustissimis densis in membranam pallidam veluti con-

flatis areolata; theca in pedunculo longo crasso stricto nutans majusculo cylindrico-oblonga macrostoma. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, ubi in loco non indicato parce legit Dr. W. Hillebrand 1870.

Ex habitu *Cupressinae arcuatae* Sulliv. simillima, sed haec species raptim removit pedunculo tenui et theca minuta oblonga.

131. *Cupressina* (*Genuinae*) *decurrens* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 14 t. 10.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, Oahu, Kaala Mountains; Exped. Wilkes.; in loco non indicato etiam legit Dr. W. Hillebrand 1870 in cespitibus robustis latis sterilem; Kanai Mts.; 3000 ped. alta: F. L. Clarke 1886.

132. *Microthamnium trichopelmatum* n. sp.; monoicum; cespites byssoideo-adnati sericeo-virides vel lutescentes maxime intricati; caulis tenellus vage ramosus; rami breves tenues madore plumoso-foliosi teneri; folia caulina setoso-imbricata madore patenti-patula parva, e basi angustiore enervi minute ovato-acuminata strictiuscula integerrima caviuscula, e cellulis angustissimis densis in membranam pallidam veluti incrassatis areolata; perichaetialia multo majora, e basi vaginata in acumen longe acute subulatum curvatum minutissime denticulatum attenuata; theca in pedunculo elongato tenero rubente suberecta minuta oblonga arcuata sub ore majusculo coarctata, operculo minuto rostellato, peristomio nano.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco natali: Dr. W. Hillebrand; inter *Cupressinam micro-hemisphaericam* 1872 legit.

Caule pusillo vage ramosulo, foliis minutis, pedunculis ditissimis longis tenuibus atque fructu minuto plagiostomo raptim distinguendum. An *Hypnum gracilisetum* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 14?

133. *Trismegistia* (*Meteorella*) *subauriculata* (Hpe. Hb.) C. Müll. n. sp.; caulis elongatus in ramos angustos brevissime cuspidatos aureo-fuscos breves divisus; folia caulina dense imbricata, e basi utrinque cellulis alaribus auriculam parvam protuberantem intense brunneo-fuscam sistentibus vesiculosis ornata peranguste lanceolato-acuminata integerrima enervia, e cellulis angustissimis dilute fuscatis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae: Wheeler legit 1879. Boswell in Hb. Geheeb. 1879 (= Hypnum subauriculatum Hpe.).

Species *Hypno rigido* aliisque muscis hujus tribus affinis, foliis parvis angustis ab iisdem diversa.

134. *Cuspidaria subcuspidata* (Hpe. Hb. sub Hypno); caulis elongatus tenuis pallide flavus sericeus subjulaceus flexuosus attenuatus, ramulis brevissimis hic illic remotis flexuosis; folia caulina dense imbricata madore patula minuta, e basi elegantissima hyalino-fibrosa coarctata, cellulis alaribus multis quadratis pellucidis minutis planis ornata in laminam anguste cymbiformi-oblongam breviter plus minus obtusato-acuminatam attenuata tenella bella, inferiora surculi minora rotundato-ovalia et obtusa, omnia e cellulis angustissimis in membranam pallidissimam veluti conflatis areolata,

nervis binis brevissimis tenuissimis obsoletis levissima exarata, integerrima perfecte cymbiformia vel cochleariformia tenera. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae: Wheeler 1879 in Hb. Boswell. Ex Hb. Geheeb habuit Hb. Hampe.

Frustulum hujus musci belli sericei solum habeo quidem, sed attentionem petit a scrutatoribus bryologicis. Species vix aquatilis.

135. *Rhynchostegium selaginellifolium* n. sp.; caulis fluitans vage ramosus, ramis complanatis latiusculis frondosis viridissimis sursum curvatis subcaudatis remotis brevioribus vel longioribus pinnatus; folia caulina remote disposita, e basi angustiore latiuscule rotundato-ovalia brevissime acuminata ubique dense serrulata parum plicata, nervo supra medium evanido, e cellulis parvis pachydermis occulte viridibus subincrassatis vix pellucidis elliptico-prosenchymaticis reticulata selaginelloidea. Caetera quaerenda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, Olowalu crater, in aqua, 1500 ped. altum: D. D. Baldwin 1879.

A *Rh. recurvirameo* ramis sursum curvatis latioribus rotundato-ovatis prima fronte diversum.

136. *Rhynchostegium limbelloides* n. sp.; caulis brevis, ramis fluitantibus longiusculis frondosis caudatis; folia caulina e basi angustiore oblongo-acuminata anguste subulata acuta caviuscula flaccida ubique minute denticulata, nervo tenui ante medium evanido leviter exarata, e cellulis longis laxiusculis pellucidis reticulata. Caetera ignota.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali sed certe aquicolum: Dr. W. Hillebrand.

Ex habitu ad *Limbellas* accedens, ex reticulatione et forma folii toto coele remotum.

137. *Rhynchostegium Gaudichaudi* (Mtge. sub Hypno in Ann. d. sc. nat. XIX. 1843 p. 238).

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: Gaudichaud in Exped. de Bonite primus legit; Dr. W. Hillebrand 1870.

An huc pertineat *Hypnum praelongum* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 16?

138. *Rhynchostegium recurvirameum* n. sp.; caulis fluitans vagans, ramis brevioribus vel longioribus caudato-attenuatis remotis recurvatis simplicibus vel iterum eodem modo ramosis divisus rigidus; folia caulina subcomplanata remotiuscule disposita brevia, e basi angustiore ovata vel oblonga breviter robustiuscule acuminata concava ubique dense serrulata, nervo brevi viridi, e cellulis parvis brevibus densis pachydermis chlorophyllosis viridissime reticulata. Caetera desunt.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, West Maui, 1500 ped. altum: D. D. Baldwin in aquis legit 1875; Wheeler 1879 sine loco natali.

Ramis recurvatis rigidis foliisque parvis anguste ovalibus pachydermis viridissimis raptim distinguendum.

139. *Tamariscella cymbifoliola* n. sp.; cespites latissimi robusti intricati virides vel lutescentes; caulis primarius crassus longe profusus paraphylliis perbrevibus asperulis dense obtectus; rami pollicares tripinnati vel breviores pinnati struthiopteroidei; folia caulina e basi lata hastato-lanceolata distincte plicata in subulam longam angustam curvatam aristiformem attenuata, nervo distincto flavido subulam omnino occupante exarata, e cellulis minutis rotundis areolata; ramulina perminuta dense imbricata ovalia brevissime acuminata tenerrime papillosa vesiculari-concava tenuinervia; perichaetialia omnium maxima, e basi lato-ovata acuminata, nervo latiusculo in aristam subulatam elongatam flexilem vel arcuato-reflexam integriusculam carnosulam attenuata, margine infero in cilia plus minus longa atque filiformia parce fimbriata, e cellulis flavidis angustis longiusculis densis areolata; theca in pedunculo elongato crasso rubro glabro inclinata vel arcuata majuscula, e collo brevi longiuscule cylindrica angusta constricta, operculo longe rostrato; peristomium normale.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, East Maui, Monte vulcanico Haleakala: Dr. W. Hillebrand; West Maui, in faucibus, 4500 ped. alta: D. D. Baldwin.

Ex habitu *Tamariscella etamariscinae* et affinium, foliis calycinis ciliatis atque capsula longe rostrata facile cognoscenda. An *Hypnum cymbifolium* Sulliv. in Exped. Wilkes. p. 17?

140. *Thuidium nanophyllum* n. sp.; cespites lati deplanati obscure virides valde intricati; caulis pussillus ramulis brevissimis maxime intertextis dense aggregatis divisus; folia ramulina nana ovalia remotiusculo-imbricata tenerrime papillosa; perichaetialia parum majora pallida e basi ovata vaginata in subulam tenuem acutam protracta minute denticulata; theca in pedunculo longiusculo tenui glabro rubro inclinata minuta, e collo brevi oblonga, operculo conico oblique rostellato; peristomium minutum: dentes externi breves angusti lutei, interni carinati pallidi, ciliolis brevioribus singulis interpositis.

Habitatio. Insulae Hawaiicae.

Zusätze.

Nachdem das vorstehende Mst. bereits an die verehrliche Redaction der „Flora“ abgesendet war, empfing ich durch die Güte des Herrn Emile Bescherelle in Clamart-Paris aus dem Pariser Museum noch einige Nachträge, welche ich auf keinen Fall unbeachtet lassen könnte.

Obenan steht eine neue merkwürdige Gattung, welche ich nach ihrem Entdecker, Herrn J. Remy, dessen Reise noch in die Jahre 1851—55 fiel, benannt habe. Sie besitzt alle peristomatischen und sonstigen Eigenschaften von *Rhegmatodon*, aber

mit einem vollständig verschiedenen Blattbaue, so dass der Typus *Rhegmatodon* nun zum dritten Male verändert erscheint. Denn während Rhegmatodon selbst das Blattnetz mit elliptischen Zellen von *Aptychus*, aber mit einer Rippe besitzt, ist selbiges bei *Macrohymenium* C. Müll. rippenlos und ganz so beschaffen, wie die Blätter mit cellulis alaribus vesiculosis chryseis bei vielen Hypnaceen mit nervis binis vel obsoletis, z. B. bei Taxicaulis, Aptychus, Trismegistia u. a. Hier aber, bei Remyella, hat das Blatt eine deutliche, wenn auch sehr schmale, über der Mitte des Blattes verschwindende Rippe, wie etwa bei Amblystegium; der Blattgrund ist bestimmt eingedrückt; die cellulae alares erscheinen nicht in Blasenform, sondern als cellulae alares minutissimae parenchymaticae; vor allen Dingen aber besteht das Blattnetz aus langen, schmalen, prosenchymatischen hellen Zellen, durch welche der Typus des Rhegmatodon gänzlich verändert ist. Denn die Blattform geht in folia ovato-lanceolata plus minus subulata tenerrime indistincte denticulata über. Solche Unterschiede können nicht unbeachtet bleiben; um so weniger, als damit auch die ganze Tracht des Mooses sich ändert. Damit stellt sich Remyella noch viel bestimmter zu den Fabroniaceen, als Rhegmatodon mit seinen elliptischen Zellen. Sonst nähert sich Remyella diesem durch eine seta ubique fere dense papillosa, durch den halslosen abgerundeten Kapselgrund, die capsula madore erecta cylindracea und durch das Peristom, nur dass selbiges, wenigstens das innere, viel kleiner ist. Hiernach glaube ich in vollem Rechte zu sein, eine Trennung von Rhegmatodon vorgenommen zu haben und signalisire sie mit folgender kurzer Formulirung:

Remyella n. gen.; seta, capsula et peristomium Rhegmatodontis; folia ovato-lanceolata subulata tenerrime denticulata, e cellulis angustis longis prosenchymaticis reticulata pallidissima, nervo unico angusto evanido carinato-exarata, basi valde impressa et cellulis alaribus minutis parenchymaticis nonnulis ornata. Calyptra (adhuc ignota) forsan dimidiata.

141. *R. Hawaiica* n. sp.; caracter generis; cespituli profusi tenelli pallide lutescentes; caulis repens, ramis brevissimis dense aggregatis teneris; folia caulina parva horride patula madore valde erecto-patula; perichaetialia multa majora, e basi vaginacea latiuscula in subulam elongatam acutam protracta reflexo-patula; theca in pedicello brevi flexuoso rubro papilloso cylindrica ore valde constricta madore aequalis erecta vel aetate parum inclinata vel nutans parva. Caetera speranda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali, ad ramulos: J. Remy in Hb. Mus. Paris. No. 69.

142. *Hookeria* (*Rhystophyllum*) *pallidissima* n. sp.; cespites lati deplanati laxi pallide virides; caulis brevis pollicaris vel brevior parce dichotome divisus tener angustifrondeus; folia caulina patula tenera aetate plerumque lacerata, e basi fibrosa

latiuscule cymbiformi-oblonga ligulato-obtusa vel acuminulata, superne undulata margine hyalino-serrulata, nervis binis pallidis valde divergentibus exarata, e cellulis laxiusculis teneris majusculis reticulata; perichaetialia similia; theca in pedunculo breviusculo crassiusculo apice curvulo solum aspero parva inclinata ovalis; exostomii dentes rufuli linea longitudinali exarati cristati, endostomii dentes chrysei angusti, calyptra glabra.

Habitatio. Insula Oahu: J. Remy in Hb. Mus. Paris. No. 696.

143. *Hookeria* (*Rystóphyllina*) *acuminatula* n. sp.; monoica; cespites lati deplanati pallide virides; caulis breviusculus pollicaris vel brevior parce dichotome divisus; folia caulina longiora firmiora patenti-patula remotiuscula, madore frondem latiusculam sistentia patentissima, e basi longe fibrosa angustiore in laminam lato-ovatam plus minus longius acuminatam undulatam superne hyalino-serrulatam exeuntia cochleariformi-concava, nervis binis angustis pallidis valde divergentibus evanidis exarata, e cellulis parvis tenuibus pellucidis reticulata; perichaetialia minora appressa convolutacea apice rotundato-obtusata; theca in pedunculo longiusculo rubro crassiusculo apice curvulo indistincte asperulo inclinata, e collo asperulo cylindracea, operculo e basi protuberanti-conica in rostrum protracto. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: J. Remy in Hb. Musei Paris. No. 699.

Ab *H. pallidissima* caracteribus laudatis certe distincta.

144. *Cupressina trachylocarpa* n. sp.; cespites applanati nitido-lutescentes tenelli; caulis ramis longiusculis subsimplicibus angustis complanatis summitate gemmacea falcatis pinnato-divisus; folia caulina laxiuscule disposita secunda falcato-reflexa parva, e basi angustiore anguste cymbiformi-oblonga in acumen subulatum valde recurvum uncinatum canaliculatum attenuata integerrima enervia, e cellulis angustissimis densis in membranam pallidam quasi incrassatis areolata, cellulis alaribus paucissimis minutissimis praedita, margine ubique erecta; perichaetialia in calycem exsertum polyphyllum congesta majuscula, e basi late vaginacea in subulam longissimam acicularem strictiusculam sed patulam protracta; theca in pedunculo longiusculo tenui rubro arcuato-flexuoso subnutans minuta, e collo longiusculo tenuissimo ovalis, operculo e basi conica in rostrum aciculare producto. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: J. Remy in Hb. Musei Paris. Nr. 702.

Ab omnibus congeneribus Hawaiicis theca longicolla differt.

145. *Trematodon squarrosulus* n. sp.; cespites pusilli tenelli laxe aggregati lutescentes; caulis plerumque simplex tenuis; folia caulina parva remote disposita valde reflexo-crispatula, e basi latiuscule vaginata longe fibrosa laxius reticulata pallida perbrevi in laminam multo longiorem perangustam lineari-acuminatam obtusiusculam valde flexuosam reflexam integerrimam margine angustissime

revolutam canaliculatam attenuata, e cellulis minutis rectangularibus areolata; perichaetialia majora intima nec subulata sed brevia apice rotundato-obtusata; omnia nervo pro foliolo crasso excurrente calloso exarata; theca in pedunculo longiusculo tenui flavido erecta, e collo longe angustissimo exstrumuloso anguste cylindrica parum semilunari-curvula. Caetera nulla.

Habitatio. Insulae Hawaiicae: J. Remy in Hb. Musei Paris. sine Nr.

A. *Tr. latinervi* foliis valde reflexo-squarrosis primo visu distinctus.

146. *Campylopus perangustifolius* n. sp.; caulis pollicaris flexuosus subgracilis summitate brevi gemmaceo-involuta falcata reflexus; folia caulina indistincte homomalla erecto-patula madore surculum fere plumosum sistentia parva angustissima, e basi plus minus reflexa cellulis alaribus ventrem purpureum parvum vesiculosum efficientibus ornata in laminam lineari-lanceolatam plus minus longiuscule tenuiter subulatam strictam attenuata, nervo latiusculo subulam superiorem denticulatam omnino occupante percursa, e cellulis minutis subellipticis incrassatis areolata. Caetera exspectanda.

Habitatio. Insulae Hawaiicae, sine loco speciali: J. Remy in Hb. Musei Paris. sine Nr.

Species foliis angustissimis basi purpureo-ventriosis facile distinguenda.

Ueber Sporenausstreuung durch Regentropfen.

Notiz von **K. Goebel.**

In meiner Abhandlung „über die Sporenausstreuung bei den Laubmoosen“ [1]) habe ich auf die eigenthümlichen Verhältnisse bei Diphyscium und Buxbaumia hingewiesen. Die Kapseln dieser Moose sind bekanntlich dorsiventral, und haben (von dem äusseren Peristom von Buxbaumia abgesehen) die Kapselmündung verschlossen durch einen aus einer gefalteten Haut bestehenden, an der Spitze mit enger Mündung versehenen Trichter. Es wurde nachgewiesen, dass die Sporenaussaat bei Diphyscium erfolgt durch die Bewegung des oberen Theiles der Kapselwand, der nicht wie bei andern Laubmoosen starr, sondern beweglich ist; ein kleiner Stoss auf dieselbe genügt, um aus dem Peristomtrichter ein Sporenwölkchen hervorsprühen zu lassen; es besteht also, wie ich es nannte, eine Art Blasbalgeeinrichtung. Wodurch dieselbe hauptsächlich in Thätigkeit versetzt wird, habe ich damals dahingestellt sein lassen und hingewiesen auf „Thiere, welche sich über das in dichten Räschen wachsende Moos bewegen, durch fallende Blätter, vielleicht auch Regentropfen, Schnee etc.“

Es ist nun von Interesse, dass, wie schon in der angeführten Abhandlung erwähnt wurde, ganz dieselbe Einrichtung sich auch findet bei Pilzen, und zwar bei Lycoperdaceen. Als ich während des Regens in meinem Garten einen reifen Fruchtkörper von Geaster stellatus betrachtete, sah ich, dass jedesmal beim Auffallen eines Regentropfens auf die papierdünne elastische innere Peridie aus der engen Oeffnung derselben ein Sporenwölkchen sich erhob. Die Geaster-Fruchtkörper wachsen nun gewöhnlich unter Bäumen, sie erhalten demzufolge nur einzelne von den Blättern abtropfende und desshalb ziemlich schwere Regentropfen, die den Blasbalgmechanismus in Thätigkeit versetzen. Es ist nun biologisch leicht verständlich, warum die dicke, äussere Peridie sich bei feuchtem Wetter zurückschlägt; es wird dadurch einerseits der Fruchtkörper aus dem Boden herausgehoben und die innere Peridie kann nun durch die Regentropfen zum Ausblasen der Sporen veranlasst werden. Ueberall wird angegeben, dass die äussere Peridie bei trockener Witterung sich wieder schliesse, und da auch de Bary dies angibt, wird es jedenfalls richtig sein, ich habe das aber nicht beobachten können. Ferner ist die nach oben hin etwas kegelförmige Mündung der inneren Peridie (welche an den Peristomtrichter von Diphyscium erinnert) geeignet, wie dieser das Eindringen des Regens abzuhalten (wozu namentlich auch die bei manchen Erdsternen sich findende zahnartige Bewimperung der Mündung beiträgt) und um nur einen Theil der Sporenmasse austreten zu lassen. Diese Beobachtung lässt mich nicht zweifeln, dass auch bei Diphyscium hauptsächlich Regentropfen es sind, welche die Sporenverbreitung bewirken. Auch Diphyscium wächst an ähnlichen Standorten, unter Bäumen, und dass die Regentropfen hier gewöhnlich nur einzeln auffallen, hindert auch, dass die Sporen durch den Regen sofort wieder niedergewaschen werden.

---

[1]) Flora, 80. Bd. 1895, p. 459 ff.

Der dorsiventrale Bau der Kapseln hängt mit dieser Art der Sporenverbreitung auf das Innigste zusammen. Die Geaster-Fruchtkörper sind radiär und können das sein, weil sie gross genug sind, um auch in dieser Gestalt den auffallenden Regentropfen die erforderliche Fläche zu bieten. Bei einer Mooskapsel von der Grösse eines Diphyscium oder einer Buxbaumia aber würde bei radiärer Ausbildung und aufrechtem Stand durch die Regentropfen keine Sporenverbreitung zu Stande kommen. Die Tropfen würden abfliessen, ohne dass eine Wirkung zu Stande kommt. Anders, wenn die Kapsel sich so entwickelt, dass sie den Regentropfen eine Seite, und zwar ihre Breitseite, darbietet, die flach ist, während die Unterseite convex gewölbt erscheint.

Wichura hat bekanntlich gezeigt, dass die dem Lichte zugekehrte Kapselseite die obere wird. Ich kann dies für Diphyscium vollständig bestätigen. Die jungen Sporogonien dieses Mooses sind ziemlich lang, orthotrop und cylindrisch, bei einseitiger Beleuchtung kultivirt, zeigten alle, dass die dem Lichte zugekehrte Seite zur Oberseite wurde. Trotzdem also die Richtung des Lichteinfalls hier die Dorsiventralität der Kapseln bestimmt, steht dieselbe mit einer mit dem Lichte nicht in Beziehung stehenden Function, der der Sporenzerstreuung, im Zusammenhang. Aehnlich ist es, wie ich früher hervorhob, bei den Farnprothallien. Dass die Archegonien auf der Schattenseite stehen, wird durch die Richtung der Lichtstrahlen bedingt, ist aber für das Prothallium vortheilhaft dadurch, dass dort die für die Befruchtung nothwendige Feuchtigkeit sich findet. Der äussere bedingende Factor braucht also zu der durch ihn veranlassten vortheilhaften Struktur nicht in directer Beziehung zu stehen.

Eine Diphysciumkapsel und ein Geaster-Fruchtkörper scheinen äusserlich so verschieden wie nur irgend möglich. Trotzdem stellen sie, wie die obigen Zeilen zeigen, betreffs einer wichtigen Function, das der Sporenverbreitung, Parallelbildungen dar, wie wir sie ja auch betreffs anderer Einrichtungen zur Sporenaussaat treffen.

In der Litteratur finde ich, soweit ich dieselbe verglichen habe, keine Angaben über die oben erörterte Art der Sporenverbreitung, gewöhnlich hat man wohl angenommen, dass aus den Geaster-Fruchtkörpern die Sporen durch den Wind herausgeschüttelt werden. Allein dies ist nach den Standorts- und Formverhältnissen zwar bei einem Lycoperdon möglich, nicht aber bei einem Geaster. Hier wird das ganze Verhalten des fertigen Fruchtkörpers, wie mir scheint, erst durch die mitgetheilte Beobachtug verständlich.

Um zu den Moosen zurückzukehren, so sehen wir bei der Mehrzahl derselben Einrichtungen, welche die Sporenverbreitung zur Regenzeit verhindern, bei den Buxbaumiaceen aber umgekehrt solche, die die Sporenverbreitung bewirken. Was Buxbaumia selbst anbelangt, so sei nur noch erwähnt, dass die Ablösung der Cuticula auf der flachen Seite der Kapselwand von B. indusiata dieselbe beweglich macht, indess ist das Spiel der Blasbalgeinrichtung hier ein weniger feines als bei Diphyscium.

Ambach, September 1896.

Litteratur.

Drude, O., Deutschlands Pflanzengeographie. Ein geographisches Charakterbild der Flora von Deutschland und der angrenzenden Alpen- sowie Karpathenländer. I. Theil. Mit 4 Karten und 2 Textillustrationen. Stuttgart 1896. Verlag von J. Engelhorn.

Der Autor, als Systematiker und Pflanzengeograph hinlänglich bekannt, trug sich bereits seit 20 Jahren mit dem Gedanken, eine Pflanzengeographie von Deutschland, deren erster Band nunmehr vorliegt, zu schreiben. Für die Beurtheilung dieses Werkes ist es zunächst von Bedeutung zu wissen, dass es zur Sammlung der „Handbücher zur deutschen Landes- und Volkskunde“ gehört, dass also bei aller Wissenschaftlichkeit in der Behandlung der Materie einerseits einem weiteren Leserkreise Rechnung getragen werden musste, während der Verfasser andererseits gezwungen war, eine entsprechende Kürze in der Darstellung sich aufzuerlegen. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, muss dem vorliegenden ersten Theile unbedingter Beifall gezollt werden, und dies um so mehr, als durch das Werk auf eine grosse Zahl neuer Beobachtungsmomente aufmerksam gemacht wird.

Der Umfang des Buches gestattet natürlich nicht, in dem engen Rahmen eines Referates auf einzelne Details näher einzugehen; desshalb möge nur kurz auf die Gliederung des Stoffes im Allgemeinen hingewiesen sein.

Die vorliegende erste Abtheilung behandelt in fünf Abschnitten die „Vertheilung der Pflanzenformen im Gebiete nach Klima und Standort“. Das Gebiet selbst umfasst ausser Deutschland, Deutsch-Oesterreich und der deutschen Schweiz, noch den (französischen) Jura, die Centralkarpathen, ebenso Holland und Belgien, soweit es zur Beurtheilung der nordwestlichen Niederung und des rheinischen Schiefergebirges zweckdienlich erschien; dagegen wurde der Südabhang der Alpen vom Wallis bis Krain wegen der grossen Anzahl mediterraner Pflanzenarten nicht mit einbezogen.

Der erste Abschnitt (p. 3–26) gibt uns zunächst einen Ueberblick über das Gebiet und seine Pflanzenwelt. Der Verfasser unterscheidet fünf Hauptregionen, welche sich naturgemäss noch über die Grenzen des Gebietes hinaus in die Nachbarländer erstrecken, nämlich: 1. die Vegetation der nordatlantischen Niederung, 2. der südbaltischen Niederung, 3. des mittel- und süddeutschen Hügellandes, 4. des oberen Berglandes und der subalpinen Formationen (bis zur oberen Waldgrenze) und endlich 5. die Region der alpin-karpathischen Hochgebirgsformationen. Diese fünf Regionen erweisen sich als schärfer in ihren Theilen als gegen die Nachbarländer abgegrenzt; im übrigen steht selbstverständlich die alpin-karpathische Formation als am schärfsten von den übrigen Regionen umgrenzt da, während die nordatlantische und südbaltische und ebenso die mitteldeutsche und subalpine Region einander nahe stehen.

Im zweiten Abschnitte (p. 27—68) finden die biologischen Vegetationsformen des Gebietes eine entsprechende Erörterung. Der Verfasser unterscheidet nicht weniger als 35 biologische Vegetationsformen. In diesem Abschnitte werden dem Floristen zahlreiche Gesichtspunkte vorgeführt, deren nähere Verfolgung das Studium der Pflanzendecke jedes einzelnen kleinen Gebietes höchst anziehend gestalten muss.

Im dritten, wohl etwas zu breit angelegten Abschnitte bespricht der Verfasser die Vertheilungsweise der Gruppen des natürlichen Systemes nach den biologischen Standortsverhältnissen der deutschen Flora.

Im vierten Abschnitt (p. 281—424) finden die mitteleuropäischen Vegetationsformationen eine geeignete Würdigung. Der Verfasser gliedert hier folgendermassen: 1. die Waldformationen, 2. die immergrünen und alpinen Gebüsch- und Gesträuchformationen, 3. die Grasflur- und 4. die Moosmoor - Formationen, 5. die Formationen der Wasserpflanzen, 6. des trockenen Sandes- und Felsgesteines, 7. die Salzpflanzen-Formationen des festen Landes, 8. Fels-, Geröll- und Nival-Formationen des Hochgebirges und 9. endlich die Bodenbedeckung Deutschlands unter dem Einflusse der Kultur.

Im letzten (fünften) Abschnitte (p. 425—487) wird die periodische Entwickelung des Pflanzenlebens im Anschluss an das mitteleuropäische Klima behandelt. Der Referent gesteht gerne, dass er beim Studium des Buches eine Menge von Anregungen gewonnen hat, welche ihm bei seinen weiteren Arbeiten von grossem Nutzen sein werden, und er steht desshalb nicht an, das Werk, trotz einer manchmal schwierigen Darstellungsweise, allen Floristen und Pflanzengeographen aufs wärmste zu empfehlen.

Weiss.

Eingegangene Litteratur.

Amann J., Flore des Mousses Suisses. — Etude de la flore bryologique du Haut-Jura Moyen. Extrait du Bulletin de la Société Botanique Suisse. 1896.

Benecke W., Die zur Ernährung der Schimmelpilze nothwendigen Metalle. S.-A. aus den Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik. Bd. 28, H. 3, 1895.

— — Die Bedeutung des Kaliums und des Magnesiums für Entwicklung und Wachsthum des Aspergillus niger v. Ph., sowie einiger anderer Pilzformen. Bot. Zeitung 1896. H. 6.

Botting Hemsley W., The flora of Lord Howe Island. Annals of Botany, Vol. X, No. XXXVIII. 1896.

Brand F., Fortpflanzung und Regeneration von Lemanea fluviatilis. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. Bot. Gesellschaft 1896, Bd. XIV, H. 5.

Briquet J., Nouvelles observations biologiques sur le genre Erythronium une contribution à la biologie florale des Liliacées. M. 1 Taf. Extrait des Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématique de Cherbourg 1896.

Buchenau Fr., Flora der Ostfriesischen Inseln. 1896. (Engelmann Leipzig).

Buscalioni L., I L. Saccharomyces Guttulatus Rob. Estratto dal Giornale Malpighia. 1896. M. 1 Taf.

Christ H., Filices Sarasinianae IV. S.-A. aus den Verhandl. der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel. 1897, Bd. XI, H. 3.

Crato E., Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Elementarorganismus. M. 4 Taf. S.-A. aus: Beiträge zur Biologie der Pflanzen, herausgegeben von Cohn, Bd. VII, H. 3. 1896.

Czapek F., Ueber die sauren Eigenschaften der Wurzelausscheidungen. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. Bot. Gesellschaft. 1896. Bd. XIV, H. 1.

Czapek P., Zur Lehre von den Wurzelausscheidungen. S.-A. aus den Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXIX, H. 3. 1896.

Engler A., Ueber die geographische Verbreitung der Rutaceen im Verhältniss zu ihrer systematischen Gliederung. M. 3 Taf. aus d. Abhandl. der k. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1896.

Glück H., Ein deutsches Coenogonium. M. 1 Taf. und 16 Fig. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung 1896, 82. Bd., H. 3.

Gruber E., Ueber Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen. M. 7 Taf. 1896. (Bibliotheca botanica H. 38.)

Hall C. W., The university of Minnesota, an Historical Sketch. 1896.

Hallas E., *Om en ny Zygnema-Art med Azygosporer.* M. 2 Taf. Saertryk of Botanisk Tidsskrift. 20 Bind. 1. H. Kjobenhavn 1895.

Hallier H., Neue und bemerkenswerthe Pflanzen aus dem Malaiisch-Papuanischen Inselmeer. M. 10 Taf. 1896. Extrait des Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg Vol. XIII, 2, pag. 276—327.

Hansen A., Repetitorium der Botanik für Mediciner, Pharmaceuten und Lehramts-Candidaten. M. 38 *Blüthendiagrammen.* 5. Aufl. 1896.

Hartig R., Ueber die Einwirkung des Hütten- und Steinkohlenrauches auf die Gesundheit der Nadelwaldbäume. M. 1 color. Taf. S.-A. aus der forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift. 1886.

Heim C., Untersuchungen über Farnprothallien. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung 1896, 82. Bd., H. 3. M. 16 Fig.

Jönsson B., Jakttagelser rörande arsenikens inverkan på groende frön 1896. Aftryck ur Landtbrucks-Akademiens Handlingar och Tidskrift. 1896.

— — Recherches sur la respiration et l'assimilation des Muscinées. (Comptes rendus de l'Acad. d. Sc. 1896.)

— — Zur Kenntniss des anatomischen Baues des Blattes. Lund 1896.

— — Jakttagelser öfver Tillväxten hos Orobanche-Arter. Lund 1895.

Ishikawa C., Notes of the japenese species of volvox, reprinted from the zoological magazine Vol. VIII, No. 91 Tokyo. M. 1 Taf.

Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen. M. 1 Taf. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung 1896. 82. Bd. H. 3.

Koorders en Valeton, Bydrage No. 3 tot de kennis der boomsoorten van Java. 1896. Mededeelingen uit s Lands Plantentuin No. XVI.

Lazniewski W., Beiträge zur Biologie der Alpenpflanzen. M. 35 Fig. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung 1896, 82 Bd. H. 3.

Mulford A. J., A study of the Agaves of the united states, reprinted from the 7th. annual report of the Missouri Botanical Garden. 1896. M. 37 Taf.

Müller-Thurgau H., Ueber neuere Erfahrungen bei Anwendung der Reinhefen in der Weinbereitung. 1896. Vortrag bei Gelegenheit des 14. deutsch. Weinbaucongresses in Neustadt a. H.

— — Die Herstellung unvergorener und alkoholfreier Obst- und Traubenweine. Frauenfeld 1896.

— — Ergebnisse neuer Untersuchungen auf dem Gebiete der Weinbereitung. 1891. S.-A. aus dem Bericht des XII. Deutsch. Weinbau-Congresses.

— — Weitere Untersuchungen über die Physiologie der Hefe und die Bedeutung ausgewählter und reingezüchteter Heferassen für die Weingärung. S.-A. aus der schweizerischen Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 1894. Ibid.

— — Ueber das Erfrieren des Obstes. 1894.

— — Ueber die Veränderungen, welche das Obst beim Faulen erleidet. S.-A. a. d. Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 1894.

Miyoshi M., Physiologische Studien über Ciliaten. S.-A. aus „Botanical Magazine“ Vol. X. No. 112. 1896.

Overton E., Ueber die osmotischen Eigenschaften der Zelle in ihrer Bedeutung für die Toxikologie und Pharmakologie. S.-A. aus der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. XLI, 1896.

Reinke J., Der Mikrokosmos. S.-A. aus „Deutsche Rundschau“ 22. Jahrg. H. 10, 1896.

Richards H. M. On some points in the development of Aecidia. 1895, reprinted from the proceedings of the American Academy of arts and sciences. Vol. XXXI. M. 1 Taf.

Richards H. M. Notes on cultures of Exobasidium Andromedae and of Exobasidium Vaccinii. From the Botanical gazette. Vol. XXI. 1 Taf.

Sauvageau C., Sur le Strepsithalia, nouveau genre de phéosporées.

— — Sur l'Ectocarpus virescens Thuret et ses deux sortes de sporanges pluriloculaires.

— — Sur la nature des sporanges en chapelet de l'Ectocarpus confervoides.

— — Sur l'Ectocarpus (Pilayella) fulvescens Thuret. Extrait du Journal de Botanique, t. X. 1896.

Schenck H., Brasilianische Pteridophyten. S.-A. aus „Hedwigia" Bd. 35, 1896.

Schinz H., Beiträge zur Kenntniss der Afrikanischen Flora (Neue Folge IV. M. 3. Taf.

Schröter E., Die Wetzikonstäbe. M. 2 Taf. S.-A. aus der: Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich; Jahrg. XLI. 1896.

— — Die Einrichtungen und Sammlungen für Botanik am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich 1896.

— — Fortschritte der schweizerischen Floristik in den Jahren 1893—1895.

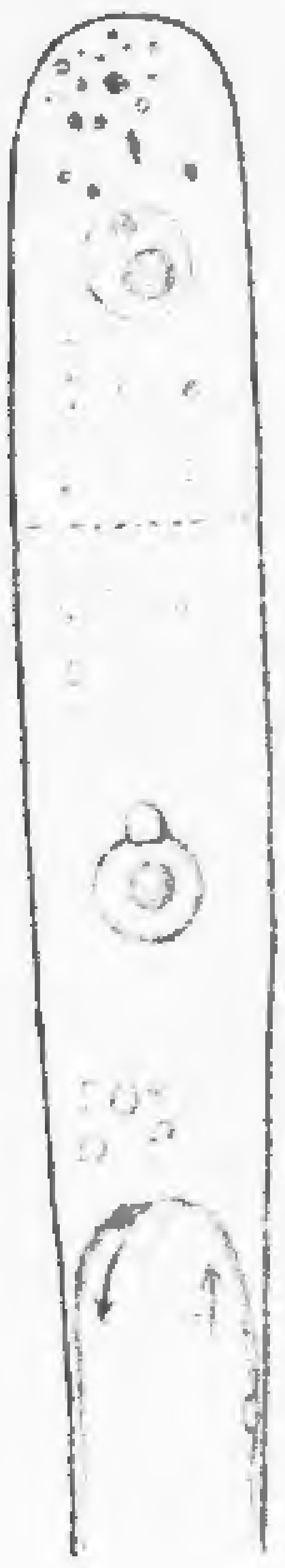
Vries H., Sûr les courbes Galtoniennes des Monstruosités. Extrait Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique. 1896.

Wager H., On the structure and reproduction of Cystopus Candidus, Lév. M. 2 Taf. annals of Botany Vol. X, No. XXXVIII.

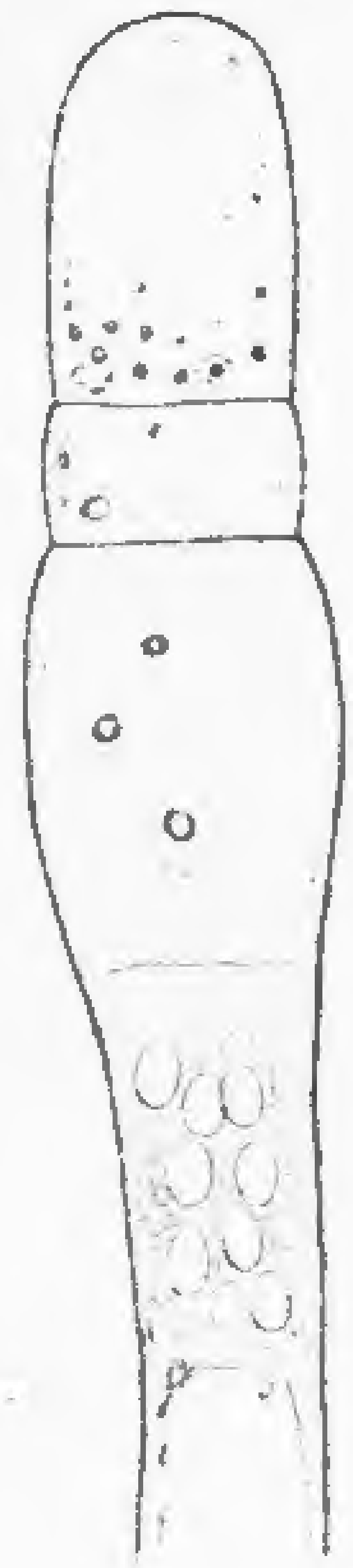
Warming E., Disposition des feuilles de l'Euphorbia buxifolia Lam. Extrait du Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danemark, Copenhague, pour l'année 1896.

Went F. A. F. C., Onderzoekingen omtrent de chemische physiologie van het suikerriet. 8 Taf. 1896. Overgedrukt uit het Archief voor de Java-Suikerindustrie. 11. Afl.

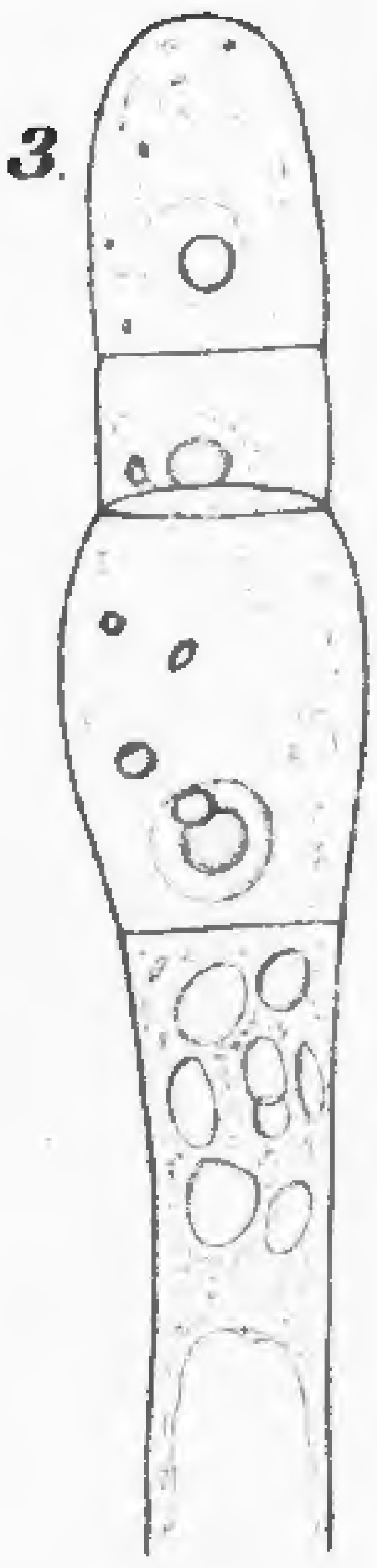
1.



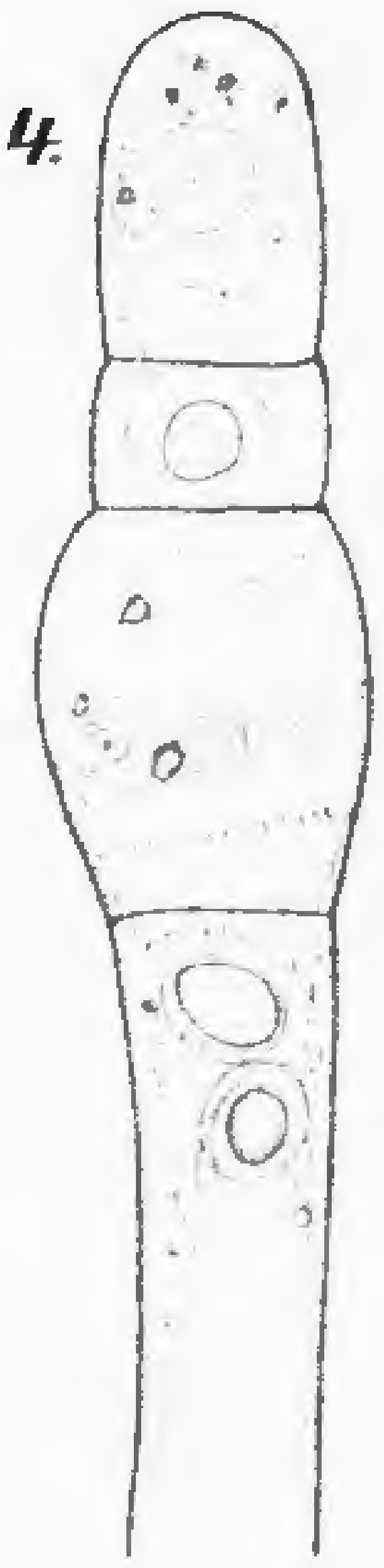
2.



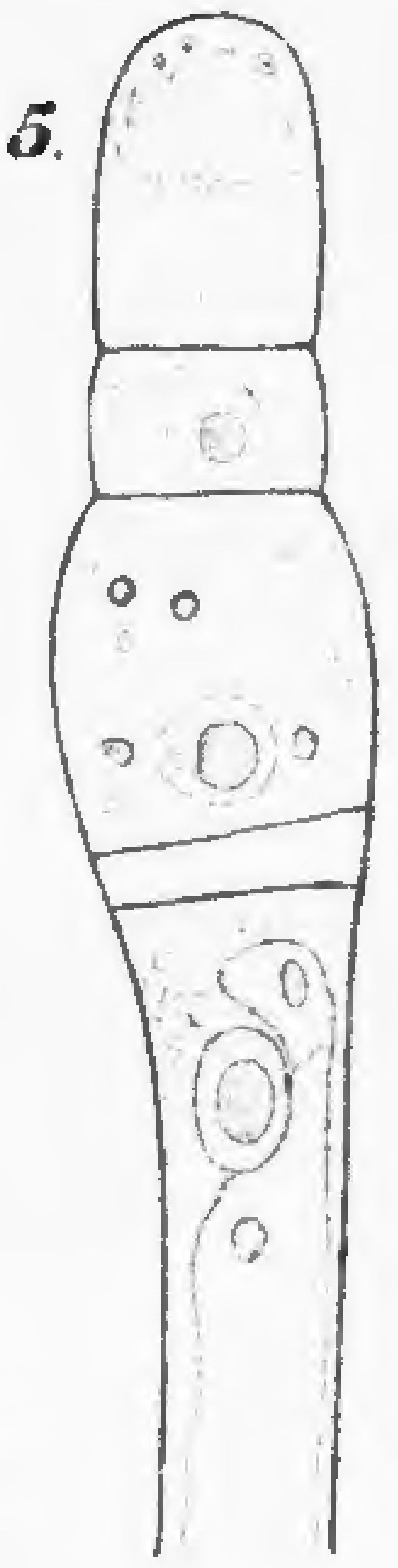
3.



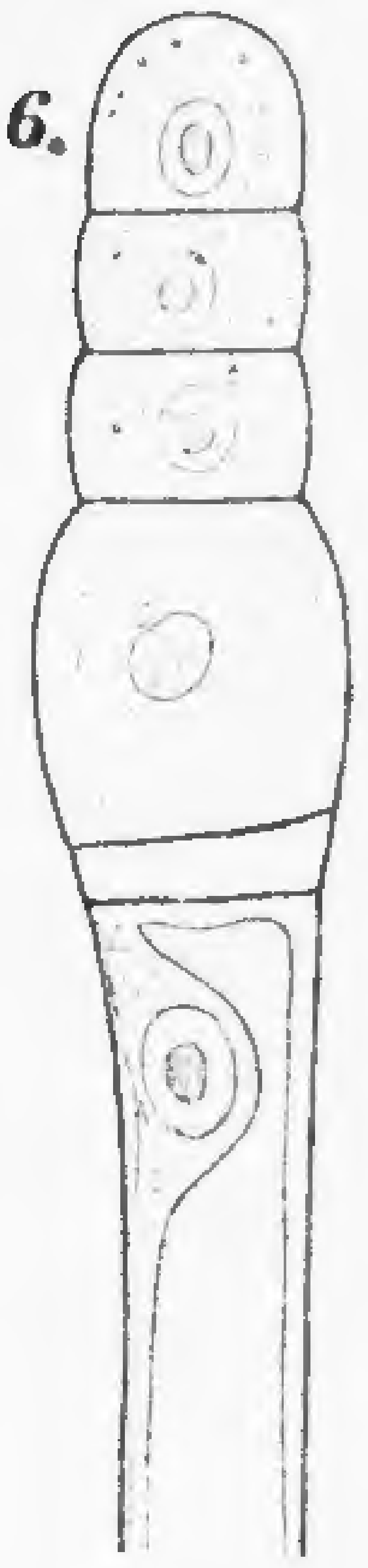
4.



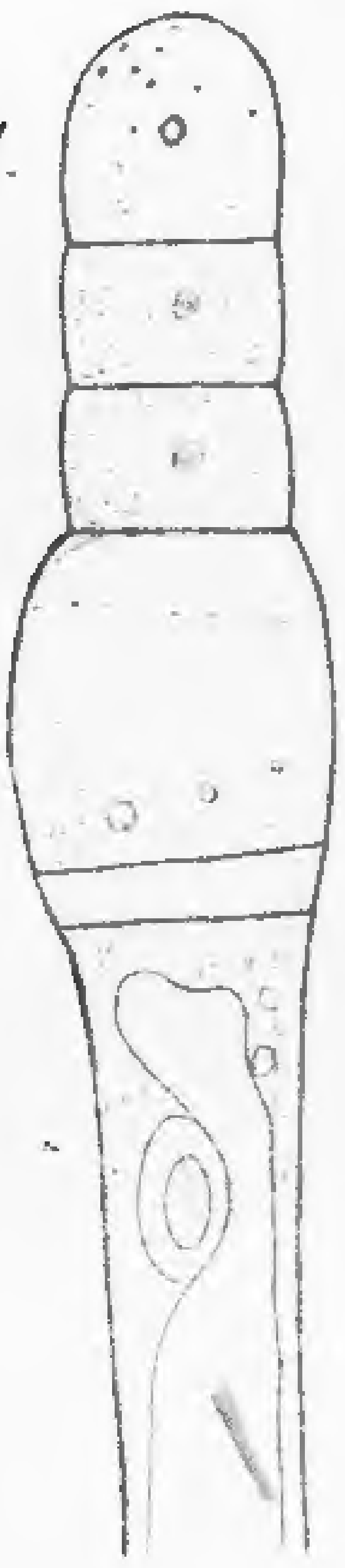
5.



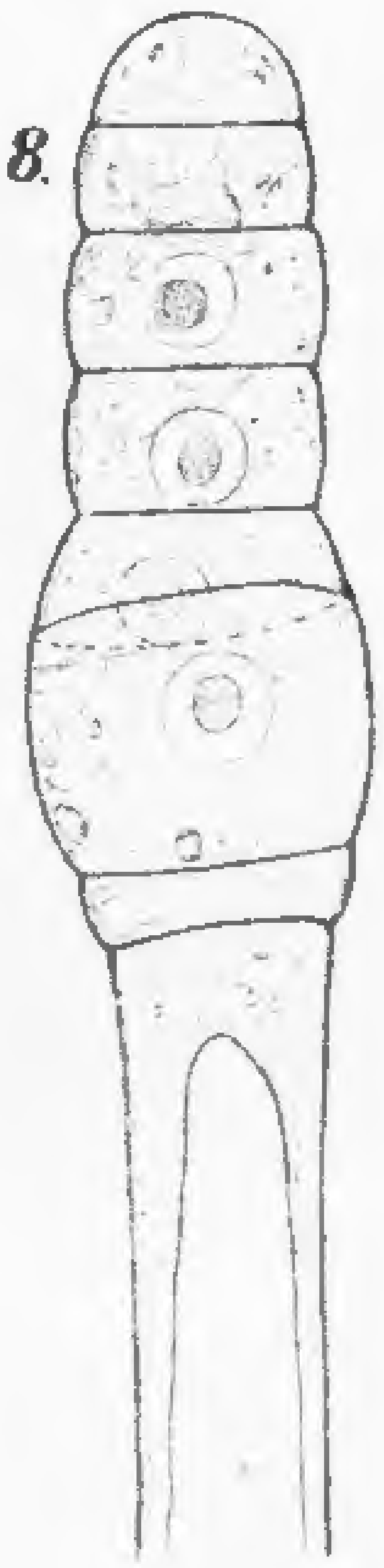
6.



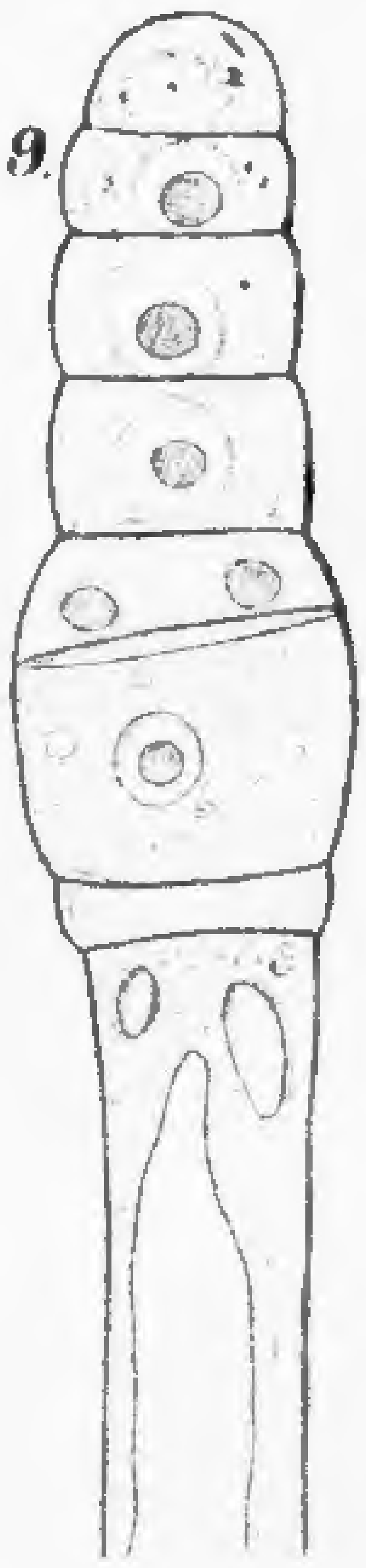
7.



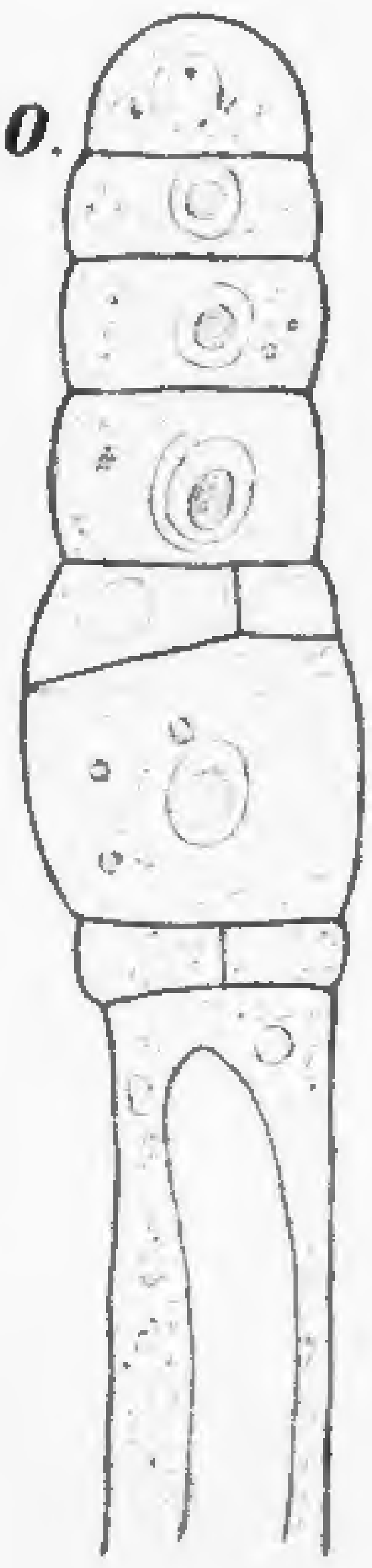
8.



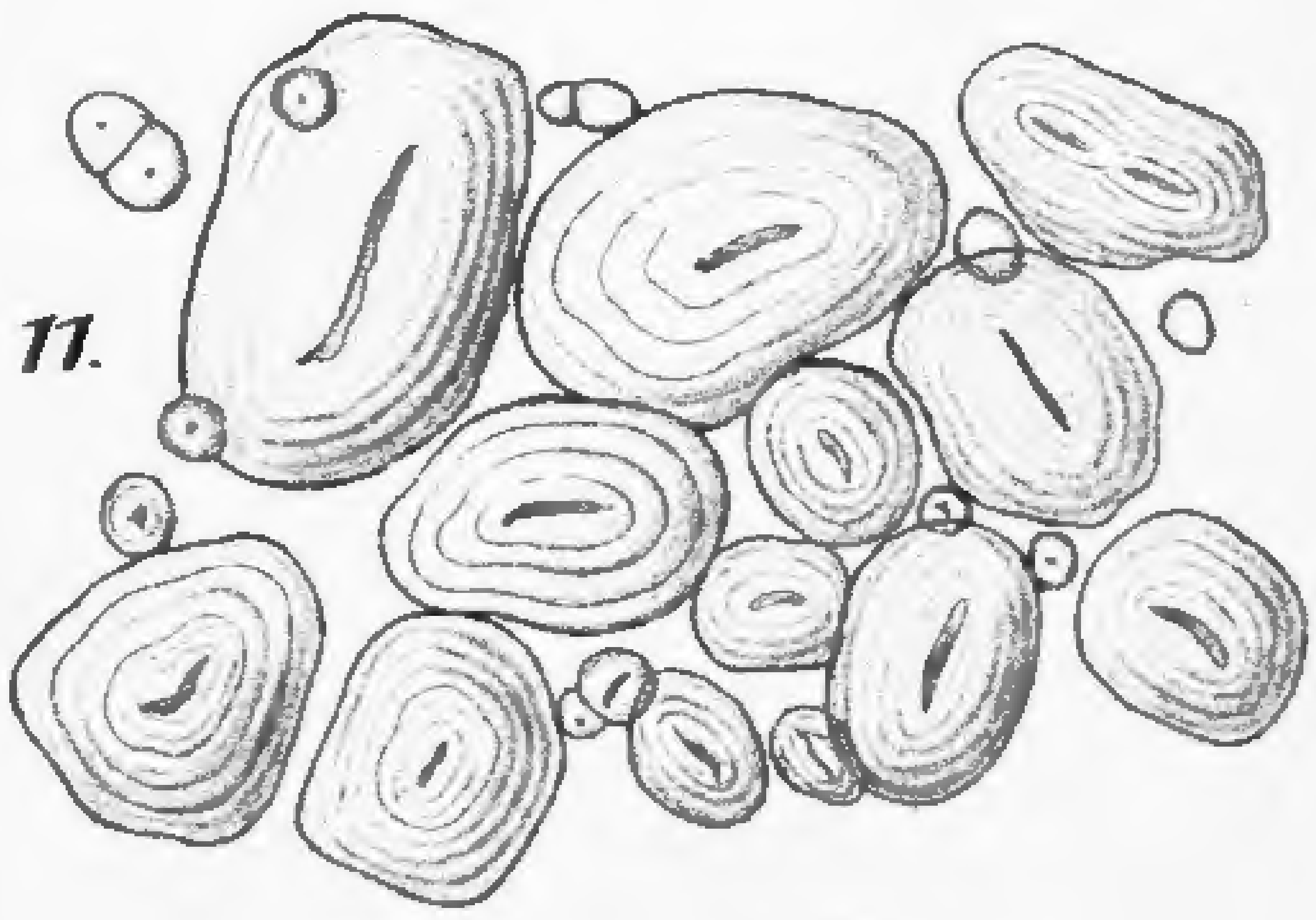
9.



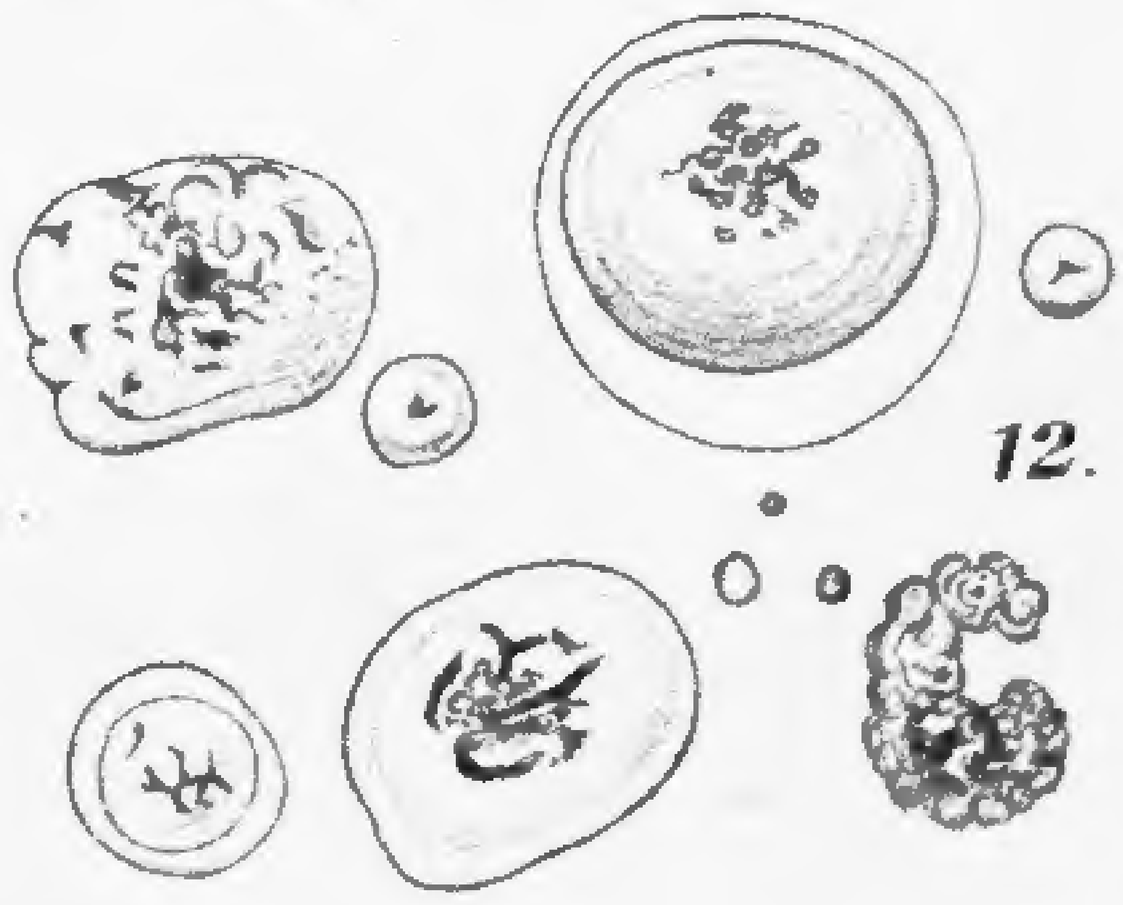
10.



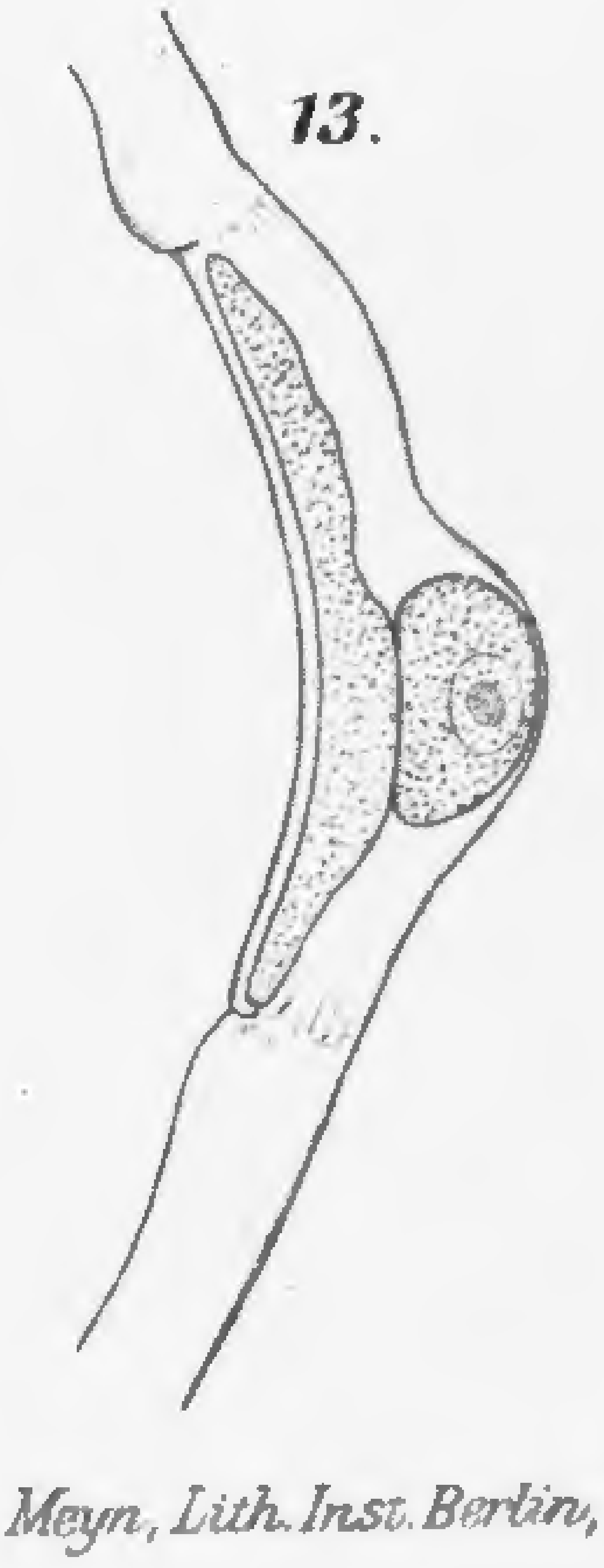
11.



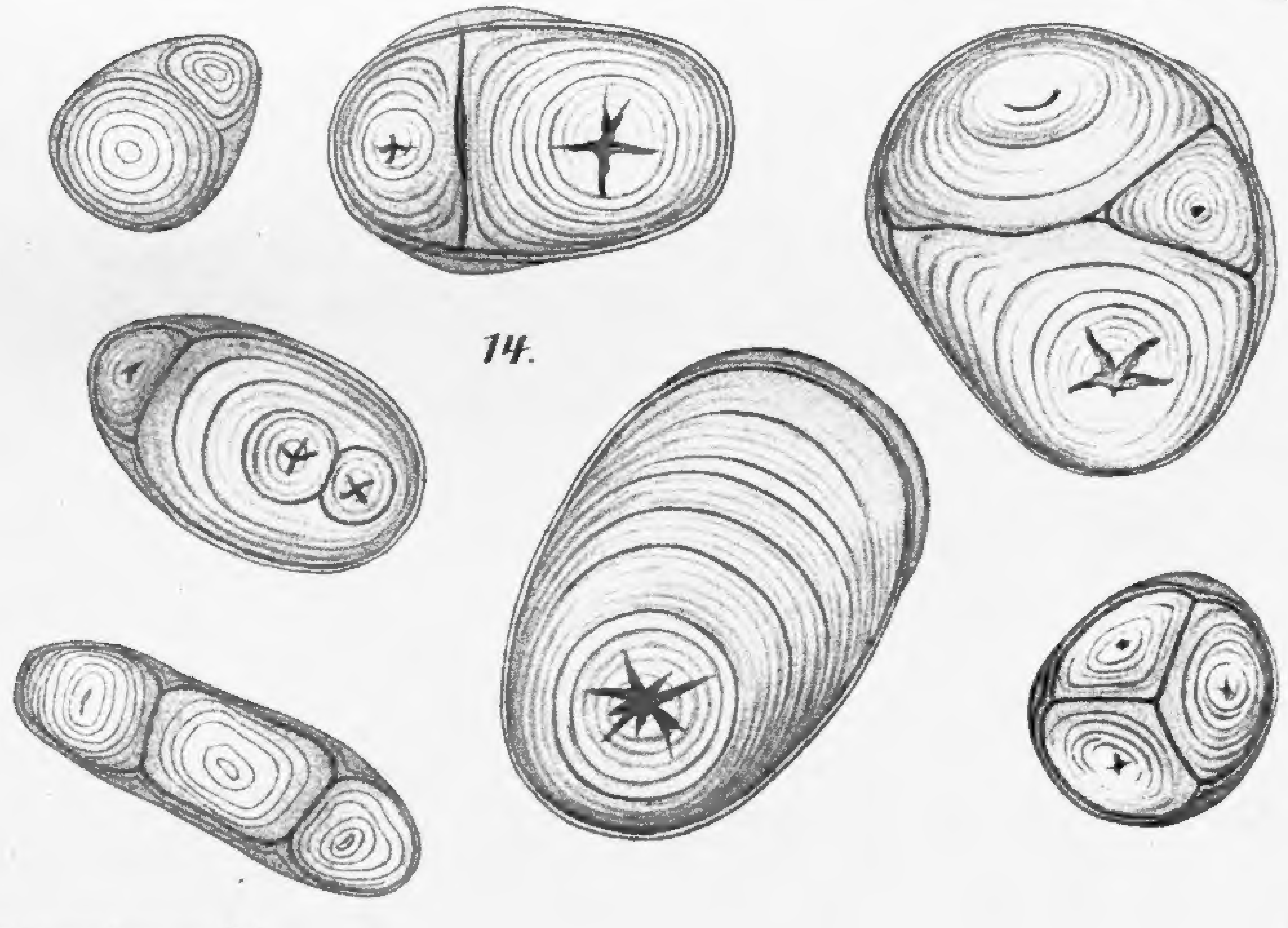
12.



13.



14.



K. Giesenhagen del.

W. A. Meyn, Lith. Inst. Berlin, S.